

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Інститут телекомунікаційних систем
Кафедра Інформаційно-телекомунікаційних мереж**

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Лариса ГЛОБА
« ____ » _____ 2020 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра
за освітньо-професійною програмою «Інформаційно-комунікаційні
технології»
зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
на тему: «Метод підбору та виявлення впливів релаксуючих картин для
коригування психофізіологічного стану людини»**

Виконав:
студент VI курсу, групи ПІ-91мп
Куш Віталій Сергійович _____

Керівник:
доцент кафедри ІТМ ІТС, к.т.н.
Штогріна Олена Сергіївна _____

Рецензент:
Професор кафедри ТК ІТС, к.т.н., професор
Якорнов Євгеній Аркадійович _____

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.
Студент _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут телекомунікаційних систем
Кафедра Інформаційно-телекомунікаційних мереж

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітньо-професійна програма «Інформаційно-комунікаційні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Лариса ГЛОБА

«__» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Кущу Віталію Сергійовичу

1. Тема дисертації «Метод підбору та виявлення впливів релаксуючих картин для коригування психофізіологічного стану людини», науковий керівник дисертації доцент кафедри інформаційно-телекомунікаційних мереж ІТС Штогріна Олена Сергіївна, к.т.н., затверджені наказом по університету від «03» листопада 2020 р. № 3208-с
2. Термін подання студентом роботи 10.12.2020 р.
3. Об'єкт дослідження: метод коригування психофізіологічного стану людини.
4. Предмет дослідження: глибоке машинне навчання, нейронні мережі.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити:
 - 5.1. Огляд процесу збору та обробки даних для дослідження психофізіологічного стану за допомогою тесту преференцій та огляд проведення коригування психофізіологічного стану людини.
 - 5.2. Метод підбору релаксуючих картин для коригування психофізіологічного стану людини.

5.3. Метод виявлення впливів на психофізіологічний стан людини.

5.4. Програмне забезпечення запропонованих методів підбору та виявлення впливів релаксуючих картин на психофізіологічний стан людини.

5.5. Стартап-проект запропонованого програмного забезпечення.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу:

6.1. Тема, актуальність, мета, задачі.

6.2. Огляд процесу збору та обробки даних для дослідження психофізіологічного стану за допомогою тесту преференцій та огляд проведення коригування психофізіологічного стану людини.

6.3. Метод підбору релаксуючих картин для коригування психофізіологічного стану людини.

6.4. Метод виявлення впливів на психофізіологічний стан людини.

6.5. Реалізація програмного забезпечення методів підбору та виявлення впливів релаксуючих картин на психофізіологічний стан людини. Результати та приклади роботи.

6.6. Стартап-проект запропонованого програмного забезпечення.

6.7. Загальні висновки.

7. Орієнтовний перелік публікацій:

7.1. Міжнародна науково-технічна конференція «Перспективи телекомунікацій-2020».

8. Дата видачі завдання 10 вересня 2019 року.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проведення огляду процесу збору та обробки даних для дослідження психофізіологічного стану за допомогою тесту преференцій.	10.12.2019-10.02.2020	виконано
2	Проведення огляду коригування психофізіологічного стану людини.	10.02.2020-11.03.2020	виконано
3	Розробка методу підбору релаксуючих картин для коригування психофізіологічного стану людини.	11.03.2020-30.04.2020	виконано
4	Розробка методу виявлення впливів на психофізіологічний стан людини.	30.04.2020-15.06.2020	виконано
5	Розробка програмного забезпечення методів підбору та виявлення впливів релаксуючих картин на психофізіологічний стан людини. Результати та приклади роботи.	15.06.2019-20.08.2019	виконано
6	Розробка стартап-проекту запропонованого програмного забезпечення	20.08.2020-20.09.2020	виконано

Студент

Віталій КУЦ

Науковий керівник дисертації

Олена ШТОГРІНА

РЕФЕРАТ

Робота містить 70 сторінок, 25 рисунків та 19 таблиць. Було використано 12 джерел.

Мета роботи: підвищити швидкість та ефективність дослідження та коригування психофізіологічного стану людини за рахунок розробки методу підбору та виявлення впливів релаксуючих картин для коригування психофізіологічного стану людини.

Проведено огляд основних положень проведення досліджень, збору даних та коригування психофізіологічного стану людини. Описано основні проблеми обробки зібраних даних для аналізу, підбору релаксуючих картин та визначено необхідність у розробці методів для підбору та визначення впливів на психофізіологічний стан релаксуючих картин. Запропоновано метод підбору релаксуючих картин для коригування психофізіологічного стану людини на основі нейронних мереж. Застосування запропонованого методу дозволяє подати на вхід набір параметрів: кольорову преференцію, день народжень, суб'єктивні відчуття та отримати на виході релаксуючу картину для проведення сеансів коригування психофізіологічного стану. Запропоновано метод виявлення впливів на психофізіологічний стан людини, який дозволяє, за рахунок гнучкого механізму конфігурації побудови графіків, будувати різноманітні параметри дослідження психофізіологічного стану людини та виявляти їх залежності та впливи на людину. Розроблено програмне забезпечення запропонованих методів підбору та виявлення впливів релаксуючих картин на стан людини, яке збільшує ефективність роботи психологів з дослідження психофізіологічного стану людини, за рахунок швидких та точних обчислень. Розроблено стартап-проект програмного забезпечення та проведено аналіз ринку, потенційних клієнтів, з якого видно, що ринок поки вільний від аналогів такого продукту, але має у ньому потребу.

Ключові слова: релаксуючі картини, кольорова перевага, тест переваг, психофізіологічний стан, зимівник, метод вибору, метод виявлення, нейронні мережі.

ABSTRACT

The work contains 70 pages, 25 figures, and 19 tables. 12 sources have been used.

Goal: to increase the speed and efficiency of research and adjustment of the psychophysiological state of a person by developing a method of matching and detecting influences of relaxing pictures for human psychophysiological state adjustment.

A review of the main provisions of research, data collection, and adjustment of the psychophysiological state of humans. The main problems of processing the collected data for the analysis, matching of relaxing pictures are described and the necessity in the development of methods for matching and detecting influences on a psychophysiological condition of relaxing pictures is defined. A method of matching relaxing pictures for correction of the psychophysiological state of a human on the basis of neural networks is offered. The application of the proposed method allows you to submit a set of parameters: color preference, birthday, favorite color, subjective feelings and get a relaxing picture for sessions to correct the psychophysiological state. A method for detecting influences on the psychophysiological state of a person is proposed, which allows, due to a flexible configuration mechanism for plotting, to build various parameters of research of the psychophysiological state of a person and identify their dependencies and influences on a person. The software of the offered methods of matching and detecting influences of relaxing pictures on a condition of the human which increases the efficiency of work of psychologists on the research of a psychophysiological condition of the person is developed. A software startup project has been developed and an analysis of potential customers and the market has been conducted, which shows that the market is still free from analogs of such a product, but needs it.

Keywords: relaxation pictures, color preferences, a test of preferences, psychophysiological state, matching method, method of detecting influences, neural networks.

ЗМІСТ

ВСТУП	11
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ, ЗБОРУ ДАНИХ ТА КОРИГУВАННЯ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ.....	14
1.1. Дослідження кольорової преференції людини.....	15
1.2. Коригування психофізіологічного стану людини за допомогою релаксуючих картин.....	16
1.3. Збір даних для дослідження та коригування психофізіологічного стану людини	19
1.3.1. Виділення підгруп за допомогою кластеризації	21
Висновки	22
РОЗДІЛ 2. МЕТОД ПІДБОРУ РЕЛАКСУЮЧИХ КАРТИН ДЛЯ КОРИГУВАННЯ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ.....	23
2.1. Підготовка даних для підбору релаксуючих картин.....	24
2.2. Метод підбору релаксуючих картин на основі нейронної мережі .	26
2.2.1. Налаштування та конфігурація нейронної мережі	28
2.2.2 Навчання нейронної мережі.....	33
Висновки	38
РОЗДІЛ 3. МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВІВ НА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИЙ СТАН ЛЮДИНИ	40
3.1. Метод виявлення впливів на психофізіологічний стан людини.....	40
Висновки	45
РОЗДІЛ 4. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ МЕТОДІВ ПІДБОРУ ТА ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВІВ РЕЛАКСУЮЧИХ КАРТИН НА СТАН ЛЮДИНИ.....	47
4.1. Постанова завдання та вимоги до ПЗ.....	47

4.2. Функціональна діаграма розробленого ПЗ та її опис.....	48
4.3. Практичне застосування розробленого ПЗ.....	51
Висновки	55
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ	57
5.1 Опис ідеї проекту (товару, послуги, технології).....	57
5.2 Технологічний опис проекту	58
5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	59
5.4 Визначення потенційних груп клієнтів	59
5.5 Аналіз ринкового середовища	60
5.6 Аналіз пропозиції.....	61
5.7 Аналіз умов конкуренції в галузі	61
5.9 Визначення факторів конкурентоспроможності	62
5.10 SWOT-аналіз.....	63
5.11 Альтернативи ринкової поведінки	63
5.12 Визначення стратегії охоплення ринку.....	64
5.13 Вибір стратегії конкурентної поведінки	64
5.14 Розробка стратегії позиціонування.....	64
5.15 Формування маркетингової концепції товару	65
5.16 Трирівнева маркетингова модель товару	65
5.17 Визначення цінових меж.....	65
5.18 Визначення оптимальної системи збуту.....	66
5.19 Розроблення концепції маркетингових комунікацій.....	66
Висновки	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	70

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ПЗ

Програмне забезпечення

НАНЦ

Національний Антарктичний Науковий Центр

ВСТУП

Актуальність. Дослідження, які проводяться на українській антарктичній станції «Академік Вернадський», уже не одноразово довели свою значущість в розвитку різноманітних наукових та економічних галузях. Українські вчені, зимівники, які проводять дослідження на антарктичній станції, переживають величезний емоційний та фізичний стрес, під час переїзду на материк та під час проживання на ньому. Так, як погодні умови та спосіб проживання, побут дуже відрізняється від всім звичайного. За рахунок того, що полюсний клімат дуже холодний, на Антарктиді увесь рік присутній сніг та переважно пахмурна погода, що безпосередньо накладає відбиток на стан та роботу зимівників. Психологи, які співпрацюють із науковцями із антарктичного центру, запропонували методи дослідження психофізіологічного стану, які базуються на проведенні тестів преференцій, тобто на оцінці психофізіологічного стану людини за рахунок сприйняття людиною різних кольорів. Тому що кольорове середовище це один із показових відмінностей проживання між антарктичною станцією та сучасним світом сповненим яскравими обгортками, гаджетами та рекламою. Тому нестача в даному випадку, або перенасичення кольорів, в середовищі може безпосередньо має вплив на психофізіологічний стан людини. Розроблені психологами методи дають змогу оцінити по декількох критеріях психофізіологічний стан зимівників та скоригувати його за допомогою релаксуючих картин. Але розроблені методи оцінки та коригування мають базисний характер, вони не показують повну картину стану зимівників, і часто дослідження мають експериментальний характер. Тому доцільно розробити метод підбору релаксуючих картин та метод виявлення їх впливів на психофізіологічний стан зимівників, що дозволить збільшити точність та пришвидшити коригування стану зимівників та дасть перспективу на подальший розвиток досліджень психологів.

Мета роботи: підвищити швидкість та ефективність дослідження та коригування психофізіологічного стану людини за рахунок розробки методу підбору та виявлення впливів релаксуючих картин для коригування психофізіологічного стану людини.

Об'єкт дослідження: метод коригування психофізіологічного стану людини.

Предмет дослідження: глибоке машинне навчання, нейронні мережі.

Для досягнення мети дослідження було поставлено та вирішено такі основні задачі:

1. Провести огляд процесу збору та обробки даних для дослідження психофізіологічного стану за допомогою тесту преференцій та огляд проведення коригування психофізіологічного стану людини.
2. Запропонувати метод підбору релаксуючих картин, на основі набору даних: кольорової преференції, дня народження та суб'єктивних відчуттів.
3. Запропонувати метод, який дозволить виявляти нові залежності та впливи релаксуючих картин на психофізіологічний стан людини, за рахунок гнучкості побудови графіків та внесення нових даних.
4. Розробити програмне забезпечення запропонованих методів та інтегрувати його до існуючого ПЗ для аналізу психофізіологічного стану людини.

Теоретичний результат дослідження:

1. Проведено огляд процесу збору та обробки даних для дослідження психофізіологічного стану за допомогою тесту преференцій та огляд проведення коригування психофізіологічного стану людини.
2. Запропоновано метод для підбору релаксуючих картин, на основі набору даних: кольорової преференції, дня народження та суб'єктивних відчуттів.

3. Запропоновано метод, який дозволяє виявляти нові залежності та впливи релаксуючих картин на психофізіологічний стан людини, за рахунок гнучкості побудови графіків та внесення нових даних.

Практичний результат роботи:

1. Розроблено інструментарій, який дозволить виявляти нові залежності та впливи релаксуючих картин на психофізіологічний стан людини, за рахунок гнучкості побудови графіків та внесення нових даних.
2. Розроблено програмне забезпечення запропонованого методу для підбору релаксуючих картин та інтегровано його до існуючого ПЗ для аналізу психофізіологічного стану людини.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ, ЗБОРУ ДАНИХ ТА КОРИГУВАННЯ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ.

При багатьох відомих методах ще не розроблено точні критерії оцінки психофізіологічного стану людини для ранньої діагностики, прогнози зміни адаптаційних процесів, порушень, формування колективу, враховуючи показники психологічної сумісності. З'ясування цих показників досить важливо при підборі фахівців, які працюють в екстремальних умовах [1].

Наукова діяльність на антарктичній станції «Академік Вернадський» супроводжується впливом на зимівників цілого набору специфічних факторів, що пов'язані з перенапругою адаптивних реакцій і розвитком стресових станів. В результаті можливі мозаїчні експресії особистісних якостей і перебудови психофізіологічних функцій, що може проявлятися симптоматикою депресивності та психоемоційних розладів, що призводять до втрати працездатності [1]. Тому для роботи в подібних умовах визначаються підвищені вимоги до стану адаптивних резервів психофізіологічних функцій і при відборі кандидатів застосовують поглиблені методи досліджень, а також нові технології обстеження з урахуванням специфіки умов трудової діяльності [1].

Перспективним виявився метод визначення психофізіологічних особливостей шляхом оцінювання результатів кольорової преференції. Використання кольорової преференції в якості інструменту психофізіологічного тестування і колірної біорегуляції має досить переконливе теоретичне обґрунтування і підтверджено відповідними патентами [2, 3, 12].

1.1. Дослідження кольорової преференції людини

В ході дослідження кольорової преференції людини для визначення індивідуальних преференцій використовується комплект тестових карток еталонних кольорів, представлений у двох варіантах: «БІОКОЛОП – I» і «БІОКОЛОП – II» (Рис 1.1, 1.2).

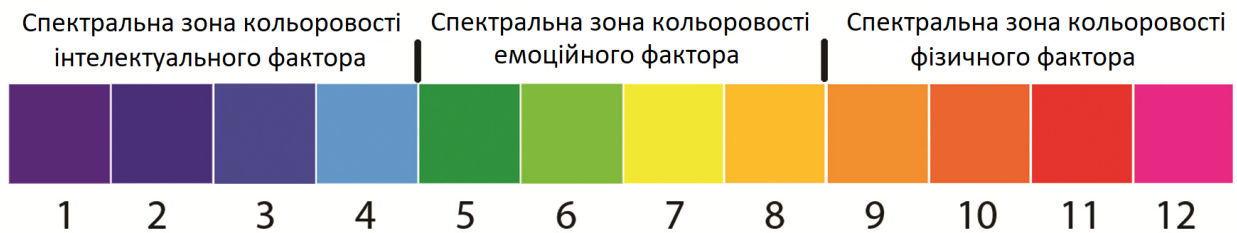


Рис. 1.1 Еталонні кольоровості тесту «БІОКОЛОП – I». Цифрами позначені номери карток

Тест преференцій «БІОКОЛОП» (I та II) базується на 12-ти кольорових карток у формі квадрата.

У тестах «БІОКОЛОП – I» та «БІОКОЛОП – II» кольорові картки мають власні порядкові номери в наступній послідовності: кольори інтелектуального фактора – 1, 2, 3, 4; кольори емоційного фактора – 5, 6, 7, 8; кольори фізичного фактора – 9, 10, 11, 12. Використовувані в тесті кольори самооцінки фізичного, емоційного та інтелектуального тону стану людини, з точки зору психофізіології, відповідають певним суб'єктивним колірним асоціаціям [1].

«БІОКОЛОП – I» тестовий набір має 12 карток із найнасиченішими кольорами кольорового круга «Colorid». На звороті карток присутня нумерація відповідна спектральному розташуванню кольорів за часовою стрілкою [1].

«БІОКОЛОП – II»: тестовий набір має 12 кольорових карток які мають такі ж кольори, як і «БІОКОЛОП – I», але з модифікацією шляхом парного діагонального ритмічного розташування кольорів на одній квадратній картці (згідно з спектрального порядку) [1].

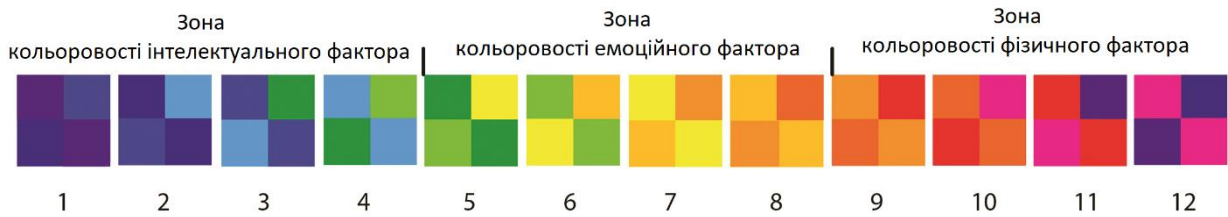


Рис. 1.2 Еталонні кольоровості тесту «БІОКОЛОР – II». Цифрами позначені номери карток

Отримані результати тесту переважень дозволяють оцінити ієрархію рівнів фізичного, емоційного та інтелектуального тону в самопочутті людини. Така залежність ґрунтується на присутній закономірності відповідності переважень до певних хвильових зон кольорових спектрів в залежності від поточного фізичного, емоційного та інтелектуального тону (рис. 1.1) [1, 11].

1.2. Коригування психофізіологічного стану людини за допомогою релаксуючих картин

За результатами дослідження кольорової переважності надаються рекомендації щодо корекції психофізіологічного стану досліджуваних [3, 10]. Індивідуально і для групових тренінгів застосовуються колірдинамічні картини-таблиці, які є складовою частиною методу і використовуються для релаксації, гармонізації та підвищення стійкості до екстремальних і стресових впливів, нормалізації проходження процесів адаптації в несприятливих умовах [8].

У процесі зорового відчуття і сприйняття колірдинамічних картин-таблиць на тлі колірної адаптації проявляється ефект релаксації і виникають позитивні емоції, що важливо для корекції порушень психофізіологічного статусу людини [8]. В основі біорегуляційної дії – активація механізмів відчуття і сприйняття закономірностей колірних контрастів. Цей процес можна представити у вигляді такого собі, індивідуально обраного

«візуального масажу» системи сенсорного сприйняття стимулів хвильового спектра в діапазоні видимого світла.

Алгоритм колірних виборів в процесі візуального сприйняття колірдинамічних картин-таблиць:

- а) преференційний вибір кольоровості;
- б) адаптація до цієї кольоровості;
- в) вибір кольоровості, яка є протилежною (комплементарною) до попередньої обраної кольоровості (таким чином, кожен раз створюється проміжне рівновагу);
- г) кожний наступний вибір – це, як правило, кольоровість, що вступає в послідовний (сукцесивно) контраст до комплементарної кольоровості (Рис. 1.3, 1.4).

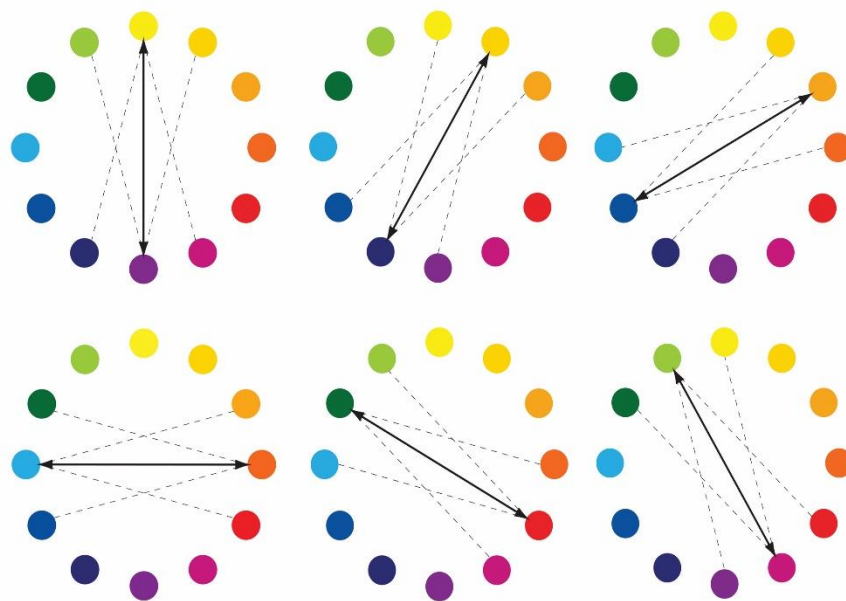


Рис. 1.3 Стрілками об'єднані кольоровості, що показують протилежний (комплементарний) контраст. Пунктиром – кольоровості, що показують послідовний сукцесивно контраст

Динаміка послідовних колірних виборів базується на психофізичних і психофізіологічних властивостях відчуття кольору та кольору і простежується у всіх колірдинамічних композиціях.

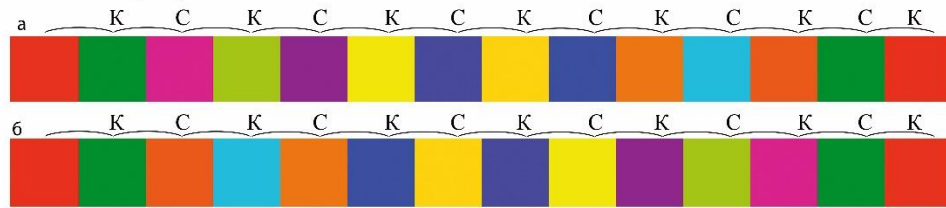


Рис. 1.4 Послідовність колірних виборів в процесі візуального сприйняття колірності відповідно до закону комплементарного (К) і сукцесивного (С) контрасту, починаючи з червоною кольоровістю: а) за годинниковою стрілкою; б) проти годинникової стрілки

Важливим елементом гармонійного впливу картин-таблиць є їх естетична складова – сукупність тріадних колірних гармоній [4]. Тріадних поліхроматична гармонія виступає в конкретному випадку як тризначна просторово-часова колірдинамічних стимуляція (рис. 1.5).

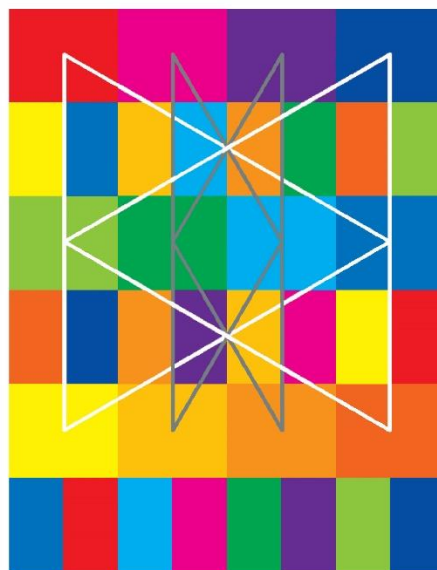


Рис. 1.5. На малюнку лініями показані гармонійні взаємозв'язки колірних тріад. Білими лініями позначено велике (розширене), а сірими – мале (стислий) коліртріадний простір

Зорове сприйняття гармонії кольоровості середовища, не прив'язане до образу, тому, інформаційно нейтрально. Універсальний порядок побудови композицій не вимагає аналізу змісту, а сила їх впливу базується на законах

кольорової динаміки, тому сприйняття колірдинамічних картин-таблиць сприятливо впливає на психофізіологічний стан людини.

1.3. Збір даних для дослідження та коригування психофізіологічного стану людини

Для процесу збору даних уже розроблено ПЗ, яке дозволяє вносити результати дослідження кольорової преференції та визначати результуючу преференцію. Що дозволяє психологам швидко вносити результати тестування, та дає можливість для подальшої візуалізації даних та їх аналізу. На рис. 1.6 зображено приклад роботи методу визначення кольорової преференції.

Інші показники зимівників: фізичні та емоційні зберігаються файл таблицях та зберігаються і заповнюються окремо. Ця частина все ще залишається проблемною для психологів, тому що такий формат важкий для підтримки та аналізу даних. Процес заповнення таких таблиць часто супроводжується помилками викликаними людським фактором. На рис. 1.7 показано приклад однієї із таблиць.

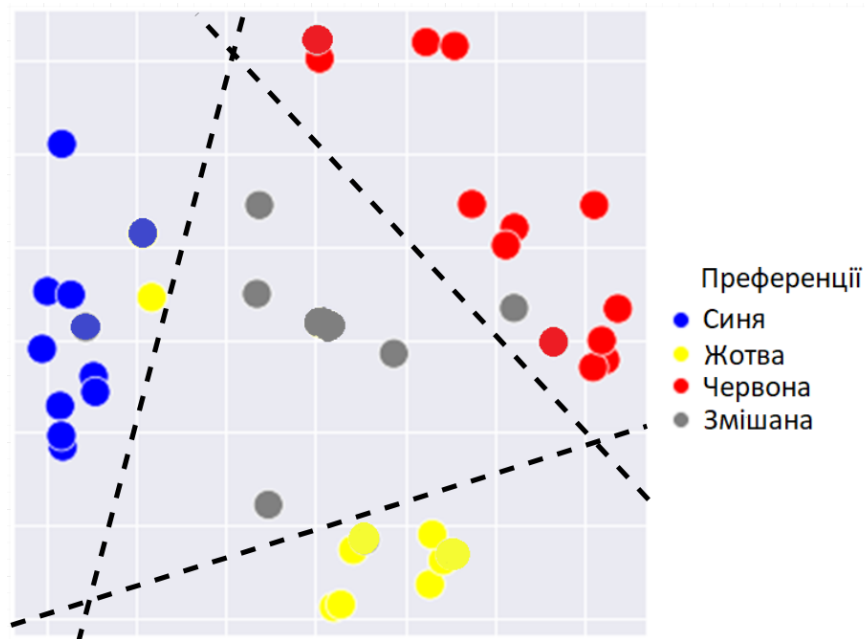


Рис. 1.6 Приклад роботи методу визначення кольорової преференції

Процес підбору релаксуючих картин базується на обробці даних фізичних та емоційних показників зібраних в таблицях та кольорових перевагах. Цей процес дуже складний, оскільки область повністю не вивчена, тому психологам щоб приймати рішення щодо релаксуючих картин, попри отримані дані, показники. А ще й крім цього, необхідно брати до уваги попередні дослідження та попередні сеанси коригування психофізіологічного стану та їх результати, щоб збільшити ефективність коригування.

Суб'єктивні відчуття зимівників XXI УАЕ (грудень 2016).					
Таблиця № 2					
Дата	Головний біль	Поганий сон	Поганий настрій	Загальна слабкість	Поганий апетит
12/2/2016		1, 9			
12/3/2016			4, 6		
12/5/2016		1, 2, 7, 9, 10			
12/8/2016		1, 10	9		
12/9/2016		2, 5		3	
12/14/2016			10		2, 5
12/16/2016		1, 3, 4, 8			

Рис 1.7 Приклад однієї з таблиць, які використовуються для збору даних про зимівників

Варто відзначити, що під час збору даних психолог сам, знаходячись на антарктичній станції, може бути під впливом стресових ситуацій, бути зайнятим іншими терміновими справами. Тому дані можуть інколи бути неповні або неточні, що у свою чергу буде зменшувати точність та ефективність проведення коригування психофізіологічного стану зимівників.

Підсумувавши, можна визначити основні проблеми збору та обробки даних: велика кількість даних для аналізу із таблиць різного формату, похибки при заповненні таблиць, необхідність порівнювати результати із попередніми рексаційними сеансами.

Наведені вище проблеми можна вирішити за допомогою машинного навчання, яке розвинулося в підобласть штучного інтелекту, яка охоплювала розробку самонавчальних алгоритмів для отримання з цих даних знань з метою виконання прогнозів. Замість того щоб в ручному режимі підбирати

релаксуючі зображення, виявляти залежності і будувати моделі на основі аналізу великих обсягів даних, методологія машинного навчання пропонує для виокремлення знань з даних більш дієву альтернативу – поступове поліпшення якості прогнозних моделей і прийняття рішень, керованих даними [5]. Для підбору релаксуючих картин достатньо розглянути один із напрямів машинного навчання: виділення підгруп за допомогою кластеризації, де підгрупи це релаксуючі картини або їх групи.

1.3.1. Виділення підгруп за допомогою кластеризації

Кластеризація – це метод розгортання даних, який дозволяє організувати групу інформації, що містить підгрупи або кластери, яка не мала попередніх ознак належності даних до будь-якої із груп [5]. Всі кластери з'являються лише під час проведення аналізу, а кожен такий кластер об'єднує групу схожих об'єктів, які обов'язково мають відмінні риси від інших таких груп. Кластеризація необхідна при структуризації даних, які мають зв'язки між собою [9].

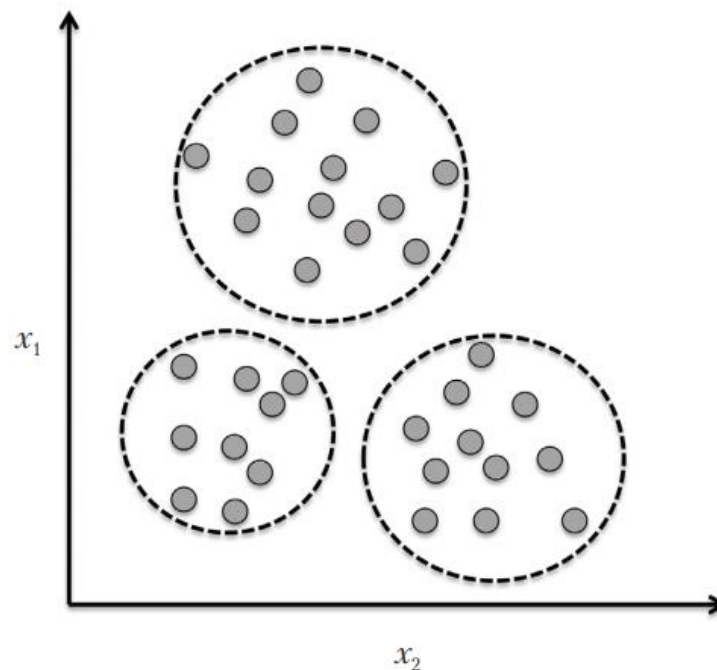


Рис. 1.8 Виділення груп кластерів на основі залежностей параметрів x_1 та x_2 за допомогою кластеризації

Наочне зображення методу показано на рис. 1.8, де представлено поділ масиву даних без будь-якого маркування на три групи на основі залежностей параметрів: x_1 та x_2 , з використання методу кластеризації [9].

Висновки

1. Проведено огляд дослідження психофізіологічного стану людини на основі кольорової преференції та методу визначення релаксуючих картин.
2. Описано процес збору та аналізу даних в рамках роботи над визначенням релаксуючих картин, визначено супроводжуючі проблеми, викликані людським фактором, а також наведено приклади зберігання даних в таблицях.
3. На основі проведеного огляду визначено, що супроводжуючі проблеми, які виникають під час підбору релаксуючих картин та виявленню їх впливів та інших показників на психофізіологічний стан людини можуть бути вирішені за допомогою підходів машинного навчання: виділення підгруп за допомогою кластеризації та нейронних мереж.

РОЗДІЛ 2

МЕТОД ПІДБОРУ РЕЛАКСУЮЧИХ КАРТИН ДЛЯ КОРИГУВАННЯ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ

Україна від початку своєї незалежності проводить наукові дослідження на антарктичній станції «Академік Вернадський». Отримані результати досліджень у різноманітних галузях можуть бути достатньо важливими для розвитку української держави у економічному та наукових напрямках. Дослідниками, зимівниками, на антарктичній станції є видатні українські науковці з багатолітнім досвідом. В результаті проживання в замкнутому колективі та в суворих кліматичних умовах, які суттєво відрізняються від звичного їм середовища, стан зимівників може погіршуватися, що, у свою чергу, сповільнює ведення досліджень на антарктичній станції [1]. Під час проживання на Антарктиді, організм зимівників перебуває не тільки під негативним впливом специфічного клімату, а й специфічного кольорового оточення, яке переважно складається з сірого та білого кольорів. Психологи розробили методи щодо оцінки та коригування психофізіологічного стану людини на основі кольорової преференції [3], які вже неодноразово показали позитивні результати. Для оцінки психофізіологічного стану зимівників проводять тест преференцій, який складається із дванадцяти кольорових карток [1]. На основі отриманих результатів, за допомогою методів на основі кольорової преференції, проводяться дослідження та оцінка психофізіологічного стану зимівників. Після цього починається процес підбору релаксуючих картин для коригування психофізіологічного стану, який базується на обробці даних фізичних та емоційних показників зібраних в таблицях та кольорових преференціях. Цей процес дуже складний, оскільки область повністю не вивчена, тому психологам щоб приймати рішення щодо релаксуючих картин, попри отримані дані, показники. А ще й крім цього, необхідно брати до уваги попередні дослідження та попередні сеанси коригування психофізіологічного стану та їх результати, щоб збільшити

ефективність коригування. Тому доцільно розробити метод, який дозволить підбирати релаксуючі картини на основі проведених оцінювальних досліджень та який би враховував попередні сеанси перегляду релаксуючих картин. Що у свою чергу прибере навантаження із психологів, та збільшить швидкість визначення релаксуючих картин.

2.1. Підготовка даних для підбору релаксуючих картин

Оскільки, метод підбору буде базуватися на нейронних мережах, необхідно першочергово визначитися із структурою даних, які будуть подаватися на вхід мережі. Для початку можна взяти наступні параметри: результуючу кольорову преференцію, дата народження та суб'єктивні відчуття. Весь набір цих параметрів уже мають прив'язку до дати та будуть використовуватися разом, тобто комбінацією.

Результуюча кольорова преференція. Цей параметр може бути представлений в двох колонках: показник перед проведення сеансу релаксації та після, щоб можна було враховувати вплив релаксуючих картин на психофізіологічний стан. Кольорова преференція може дорівнювати одному із значень 1, 2, 3, 4, що відповідає реальним значенням кольорової преференції: червона, жовта, синя, змішана.

Дата народження. Також існує модель про цикли психофізіологічного стану людини, які мають свою частоту повторення підйомів та спадів, починаючи від дня народження людини (рис. 2.1) [2]. Тому в даному контексті підбору релаксуючих картин, це є важливим параметром. Дата народження буде дорівнювати цілому числу, такий формат необхідний та більш зручний для обробки, зберігання. *Суб'єктивні відчуття.* Суб'єктивні відчуття збираються під час перебування зимівників на антарктичній станції, це має формат журналу звернень до лікаря. Звісно всі можливі звернення мають свої категорії та групи і можуть бути закодовані звичайними цілими числами. Також до цього пункту може бути доданий параметр – депресія.

Депресія також вираховується за допомогою проведення тесту, а на виході отримуємо числовий показник, як оцінка стану депресії зимівника.

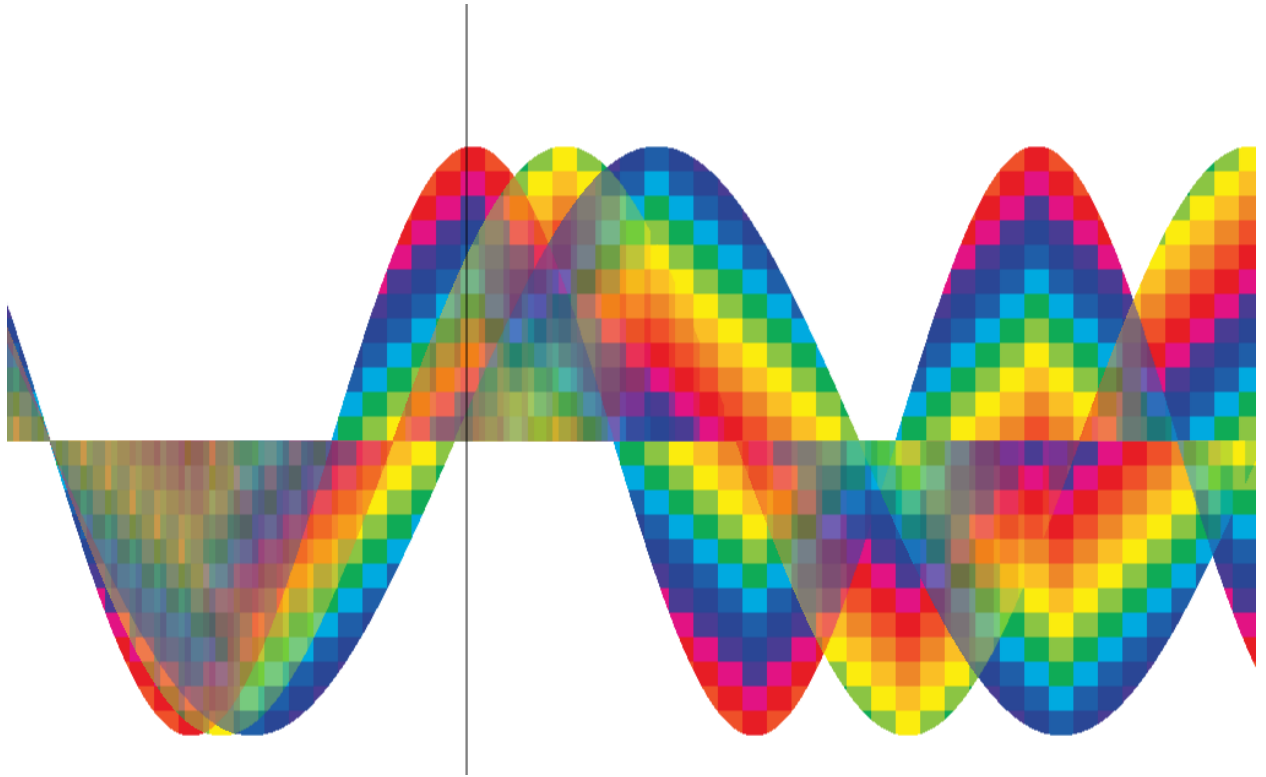


Рис. 2.1 Приклад зображення зміни циклів психофізіологічного стану людини
– біоколог

Улюблений колір. Не має теорії, яка б ґрунтувалася на залежності підбору релаксуючих картин і улюбленого кольору, але залежність між кольоровою преференцією, точно існує. Так, як основа проведення тесту преференцій це вибір послідовності кольорів, які найбільше подобаються, але в залежності від стану ця послідовність буде змінюватися. Ось саме тому, улюблений колір може накладати свого роду похибки або ж просто мати певний вплив на поведінку та вибір кольорових карток під час проведення тесту преференцій. Можна додати його як необов'язковий параметр та прослідкувати можливі його залежності. Колір буде представлятися десятковою цифрою, яка має свій відповідний колір.

Після того як визначилися із набором параметрів, можна розглянути про обробку даних. Звичайно ж, не можете використовувати категорії у

вашій логістичної моделі або нейронної мережі, оскільки вони працюють з числовими векторами. Розв'язанням цієї проблеми може бути пряме кодування.

Суть в тому, що якщо у нас є, скажімо, три різних категорії, ми використовуємо три різних стовпчика для їх відображення. Потім ми просто встановлюємо значення стовпця, який відображає категорію в кожному спостереженні, що дорівнює одиниці. На рис. 2.2 зображено приклад таблиці із вхідними даними.

	A	B	C	D	E
1	Кольорова перевага	Улюблений колір	Дата народження	Суб'єктивні відчуття	Депресія
2	0010	0010000	28581	000001000	24
3	1000	0000010	32845	000000000	36
4	1000	0100000	32176	001000000	40
5	10	1000000	30662	000001000	36
6					

Рис 2.2 Приклад структури таблиці із даними для методу підбору релаксуючих картин

Наприклад, у нас є чотири категорії для кольорової переваги: 1, 2, 3 і 4. Це означає, що у нас є чотири стовпці. Якщо значення категорії дорівнює 3, то пишемо одиницю в четвертому стовпці. Якщо значення категорії дорівнює 2, пишемо одиницю в третьому стовпці і так далі. Природно, що в будь-якому спостереженні одиниця буде перебувати лише в одному з цих чотирьох стовпців. В цьому і полягає пряме кодування щодо показника часу.

2.2. Метод підбору релаксуючих картин на основі нейронної мережі

Опишемо постановку задачі розробки методу підбору реліксууючих картин.

Дано: таблицю із даними про кольорову перевагу, день народження, суб'єктивні відчуття.

Знайти: релаксуючу картину.

Для рішення поставленої задачі необхідно сформулювати нелінійний класифікатор, який є нейронною мережею і який можна створити,

об'єднуючи кілька одиниць логістичної регресії, або нейронів. Такий класифікатор дозволить визначати конкретну релаксуючу картину або їх групу для коригування психофізіологічного стану людини. Оскільки, перед дослідженням не можна оцінити, чи будуть класи релаксуючих картин представлені в нейронній мережі бути розділені за допомогою ліній, чи гіперплощин, чи матимуть нелінійне розділення, ставимо на меті створити нелінійний класифікатор. Який буде по своїй природі підходящим для всіх можливих випадків розподілу, тобто універсальним.

Загальна схема по розробці методу зображена на рис. 2.3.

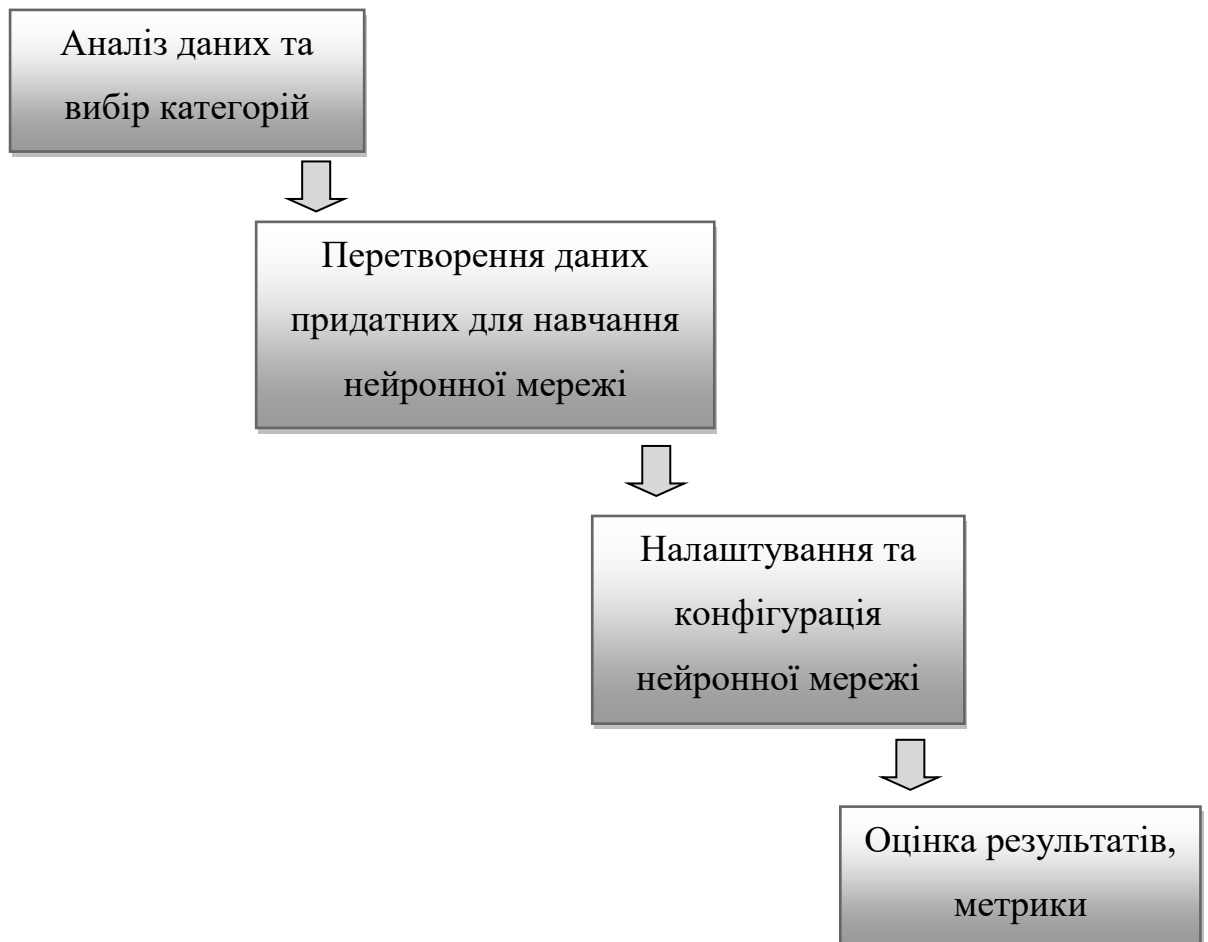


Рис. 2.3 Схема по розробці методу підбору релаксуючих картин

Вище уже проведено аналіз залежних даних, на основі яких зараз психологи підбирають релаксуючі картини. Також описано підходящий для тренування нейронної мережі формат даних: структура та кодування значень

категорій. Тому наступним завданням по розробці методу буде створення схеми нейронної мережі та її конфігурація.

2.2.1. Налаштування та конфігурація нейронної мережі

Можна виділити основні пункти по організації нейронної мережі:

1. Визначити топологію мережі: кількість прихованих шарів, число нейронів на вході, виході та в прихованих шарах тощо.
2. Визначити функцію активації нейронів (наприклад "сигмоїда").
3. Визначити алгоритм навчання мережі.
4. Провести оцінку якості роботи мережі на основі підтверджувальної множини або іншим критерієм, оптимізувати архітектуру (зменшення ваг, проріджування простору ознак).
5. Обрати варіант мережі, який забезпечує найкращу здатність до узагальнення і оцінити якість роботи по тестовій підмножині.

В цьому пункті основна увага приділена тому, як робити прогнози в нейронної мережі. Іншими словами, маючи вектор вхідних даних, як обчислити вектор вихідних даних і як інтерпретувати числа, одержувані на виході.

В нейронних мережах вихідні числа представляють собою ймовірності того, що вхідні дані належать до того чи іншого класу.

Треба відзначити, що в цьому пункті ніякі вихідні результати нейронної мережі не матимуть сенсу. Логістична регресія включає в себе набір вагових коефіцієнтів, а оскільки нейронна мережа складається з безлічі логістичних одиниць, вона також включає набір вагових коефіцієнтів. У разі логістичної регресії ми використовуємо градієнтний спуск для з'ясування значень цих коефіцієнтів і називаємо цей процес «навчанням». Нагадаємо також, що ми маємо справу з двома основними операціями – прогнозуванням і навчанням. Цей пункт присвячений саме прогнозування, тоді як наступний – навчання (рис 2.4). Лише після того, як навчимося навчати нейронну мережу, результати будуть мати сенс, але не раніше.

Потрібно розуміти, що спочатку необхідно створити «мозок», але цей мозок не дуже розумний, оскільки ще не навчений, і тому прогнози будуть не дуже точними. Потім ми його навчаємо, і лише після навчання мозок буде здатний давати точні прогнози, причому саме тому, що ми спробували навчити його цьому.

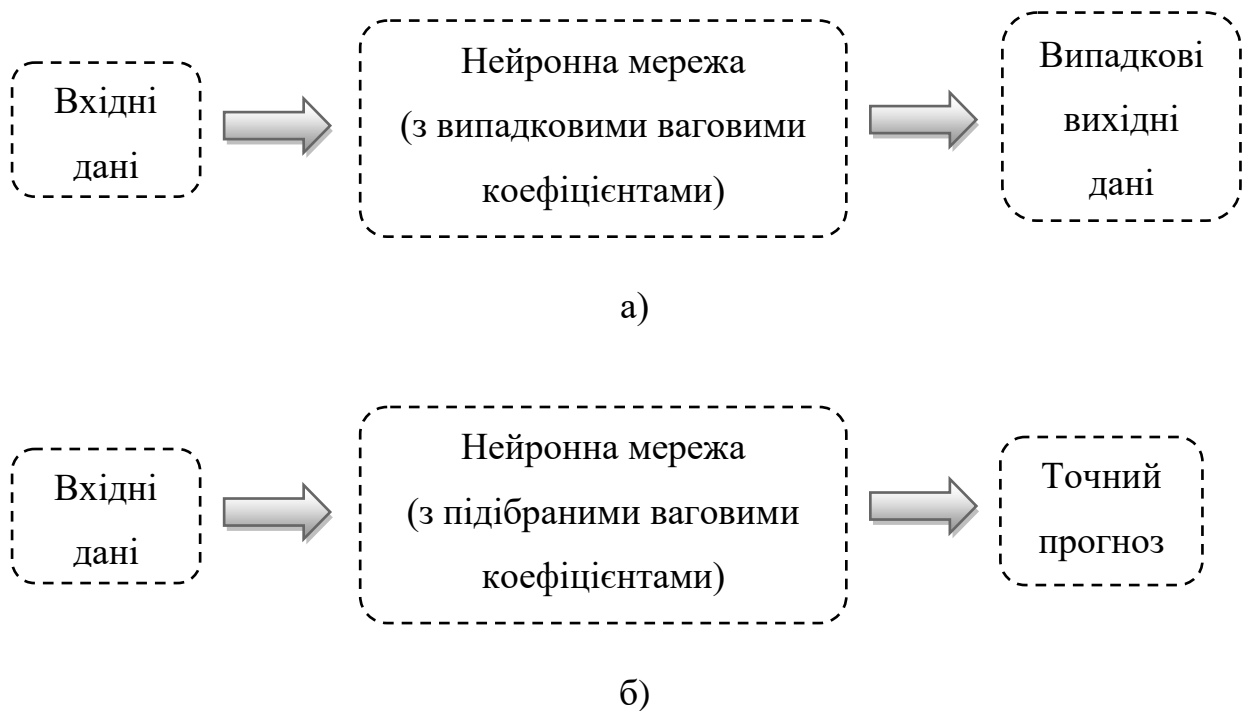


Рис. 2.4 Схеми роботи нейронної мережі на різних етапах: а) етап визначення прогнозування, б) етап процесу навчання, визначення вагових коефіцієнтів

Кількість нейронів у прихованих шарах. Визначення кількості нейронів в прихованих шарах є дуже важливою частиною вирішення вашої загальної архітектури нейронної мережі. Хоча ці шари не взаємодіють безпосередньо з зовнішнім середовищем, вони мають величезний вплив на кінцевий результат. І кількість прихованих шарів, і кількість нейронів в кожному з цих прихованих шарів повинні бути ретельно розглянуті.

Використання занадто невеликої кількості нейронів в прихованих шарах призведе до того, що називається підгонкою. Підгонка відбувається,

коли в прихованих шарах занадто мало нейронів, щоб адекватно виявити сигнали в складному наборі даних.

Використання занадто великої кількості нейронів в прихованих шарах може привести до кількох проблем. По-перше, дуже багато нейронів у прихованих шарах може привести до перенавчання. Переоснащення відбувається, коли нейронна мережа має таку велику здатність обробки інформації, що обмеженого обсягу інформації, що міститься в навчальному наборі, недостатньо для навчання всіх нейронів в прихованих шарах. Друга проблема може виникнути, навіть якщо систему адаптації досить. Невиправдано велика кількість нейронів в прихованих шарах може збільшити час, необхідний для навчання мережі. Кількість часу навчання може збільшитися до такої міри, що неможливо адекватно навчити нейронну мережу. Очевидно, що повинен бути досягнутий певний компроміс між занадто великим і занадто малою кількістю нейронів в прихованих шарах.

Існує багато практичних методів визначення правильної кількості нейронів для використання в прихованих шарах, таких як наступні:

1. Кількість прихованих нейронів має бути між розміром вхідного шару і розміром вихідного шару.
2. Кількість прихованих нейронів має становити $2/3$ розміру вхідного шару плюс розмір вихідного шару.
3. Кількість прихованих нейронів має бути менше ніж в два рази більше розміру вхідного шару.

Ці три правила забезпечують відправну точку для розгляду. Зрештою, вибір архітектури для нейронної мережі зводиться до методу проб і помилок.

Топологія нейронної мережі в початковому стані із одним прихованим шаром, згідно з описаним вище, буде мати вигляд, як на рис. 2.5. Входи нейронної мережі відповідають даним, які були підготовлені та закодовані напередодні: кольорова преференція, день народження та суб'єктивні відчуття. Початково прихований шар нейронної мережі був вирахований на

основі методів описаних раніше, а далі експериментальним шляхом буде здійснене коректування кількості нейронів. При необхідності.

Функція активації нейронів. Розглянемо дві функції сигмоїду та софтмакс. У деяких випадках сигмоїда і софтмакс є еквівалентними. Доведеться трохи попрацювати з математикою, щоб показати еквівалентність сигмоїди і софтмакс.

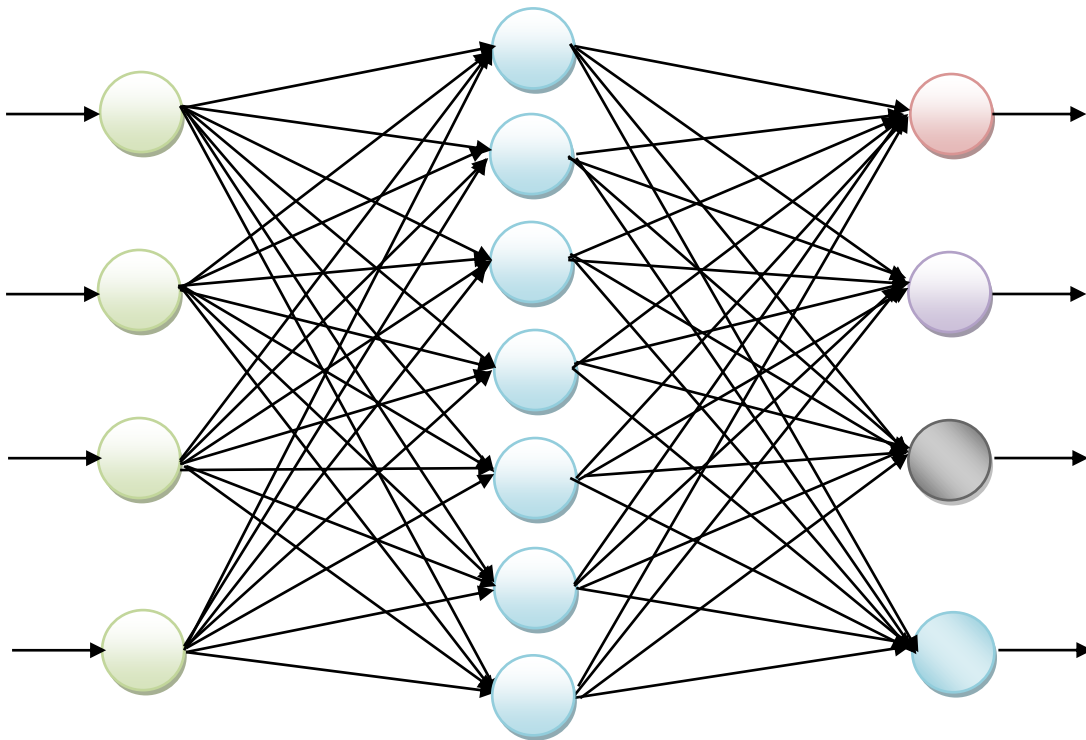


Рис. 2.5 Топологія нейронної мережі із чотирма входами з одним прихованим шаром, який має 7 нейронів, та із чотирма виходами

Спочатку випишемо рівняння для софтмакс. Ймовірність того, що $y = 1$, дорівнює:

$$P(Y = 1|X) = \frac{e_1^{wT} x}{e_1^{wT} x + e_0^{wT} x}$$

Тоді ймовірність того, що $y = 0$, дорівнює одиниці мінус вищевказаний вираз.

Візьмемо перше рівняння для $p(Y = 1 | X)$ і поділимо чисельник і знаменник на чисельник отримаємо:

$$P(Y = 1|X) = \frac{1}{1 + e^{(w_0 - w_1)^T x}}$$

Вийшло вираз для сигмоїди. Це означає, що якщо у нас всього два класу, то наявність двох вагових коефіцієнтів насправді є надмірною. Але з точки зору розробки програмного забезпечення безпечніше завжди використовувати софтмакс, оскільки, на відміну від сигмоид, яка може бути використана лише при $K = 2$, софтмакс може використовуватися при будь-якому значенні K .

Зараз необхідно зрозуміти, як розширити логістичну одиницю, щоб обробляти більше двох класів. При цьому, коли у нас два класи, нам потрібна лише одна виходить змінна, оскільки вона показує ймовірність появи одного з класів, а ймовірність появи другого класу дорівнює одиниці мінус отримана ймовірність:

$$P(Y = 0|X) = 1 - P(Y = 1|X)$$

Але те ж саме можна зробити і по-іншому. Ми можемо мати два вихідних вузли, результати яких ми б просто нормалізували, щоб їх сума дорівнювала одиниці.

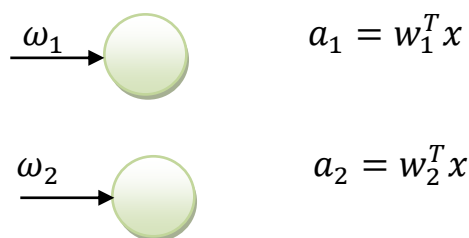


Рис. 2.6 Бінарний вихід із двома вихідними вузлами

Також потрібно підставити їх значення в експоненту, щоб упевнитися, що результати будуть позитивними.

В такому випадку виявлення результату з належністю до класу 1, розраховується за формулою:

$$P(Y = 1|X) = \frac{e_1^a}{e_1^a + e_2^a},$$

$$a_1 = w_1^T x, a_2 = w_2^T x,$$

а з приналежністю до класу 2 – за формулою:

$$P(Y = 2|X) = \frac{e_2^a}{e_1^a + e_2^a},$$

Можна звернути увагу, що вагові коефіцієнти вже більше не вектори, як вони були представлені в логістичній регресії, оскільки кожен вхідний вузол повинен бути підключений до кожного вихідного вузла [7]. Тоді якщо D вхідних вузлів і два вихідних, то загальна кількість вагових коефіцієнтів дорівнюватиме $2 * D$, а самі значення вагових коефіцієнтів будуть представлені матрицею розмірності $D \times 2$.

Такий спосіб представлення дуже легко розширити до K класів. В такому випадку у нас виходить нова матриця розмірності $D \times K$. Ми обчислюємо результат, зводячи в експоненту кожен вихідну змінну, а потім нормалізує їх:

$$P(Y = k|X) = \frac{e_k^a}{z},$$

$$z = e_1^a + e_2^a + \dots + e_k^a.$$

Отримана змінна A і є результатом, функцією активації:

$$A_{N_x K} = X_{N_x K} W_{N_x K} \rightarrow Y_{N_x K} = \text{softmax}(A_{N_x K}).$$

2.2.2 Навчання нейронної мережі

Мета даного пункту заключається у навчанні нейронної мережі таким шляхом, який дозволить досягти рівноваги між здатністю нейронної мережі давати достовірний відгук на вхідні дані, що використовувалися в процесі навчання (запам'ятовування), і вмінням видавати правильні результати у відповідь на вхідні дані, але не таким, які використовувалися для навчання, а схожим, це ще називають принципом узагальнення. Навчання нейронної

мережі за допомогою методу зворотного поширення помилки складається із трьох етапів: подачі на вхід даних та поширенням їх у напрямку виходів, обчислення і зворотне поширення відповідної помилки та коригування ваг нейронів. Після закінчення навчання очікується тільки подача на вхід нейронної мережі даних та поширення їх в напрямку виходів. В цей же час, якщо навчання нейронної мережі може бути досить процесом, який займає певний час, то пряме обчислення результатів натренованою мережею відбувається дуже швидко. Крім того, можуть існувати багато варіацій методу зворотного поширення помилки, які розроблені з метою збільшення швидкості протікання процесу навчання.

Також варто зазначити, що одношарова нейронна мережа сильно обмежена у тому, навчання яким шаблонами вхідних даних вона підлягає, на противагу цьому багатошарова мережа, яка містить один або більше прихованих шарів, не містить такого недоліку.

Алгоритм, наведений нижче, можна застосувати до нейронної мережі з одним прихованим шаром, що є підходящим, для запропонованої топології (рис. 2.5). Як Було зазначено вище, навчання нейронної мережі складається із трьох етапів: подача на входи нейронної мережі даних, для навчання, зворотне поширення помилки і коригування ваг нейронів. Під час виконання першого етапу кожен вхідний нейрон із мережі отримує сигнал і передає його кожному з нейронів у прихованому шарі. Кожен нейрон із прихованого шару обчислює результат його функції активації (мережевих функцій) і транслює свій сигнал всім вихідним нейронам. Всі вихідні нейрони, в свою чергу, обчислюють результати своєї функції активації, який є вихідним сигналом даного нейрона для відповідних вхідних даних. Під час навчання, кожен нейрон на виході мережі починає порівнювати обчислені значення з переданим вчителем (результуючим значенням), підраховуючи відповідне значення помилки для даного вхідного шаблону. На основі цієї помилки обчислюється помилка вихідного нейрона, яка використовується при розповсюдженні помилки від нейронів прихованого шару до всіх елементів

мережі попереднього шару (прихованих нейронів, пов'язаних з), а також пізніше при зміні ваг зв'язків між вихідними нейронами і прихованими. Таким же способом обчислюється для всіх нейронів прихованого шару. Незважаючи, що поширювати помилку до вхідного шару немає необхідності, складова коригування ваг зв'язків використовується для зміни ваг зв'язків між прихованими нейронами і вхідними нейронами. Після того як всі складові будуть визначені, відбувається корекція ваг всіх зв'язків одночасно.

Позначення символами. В алгоритмі навчання нейронної мережі використовуються наступні символи:

x – вхідний вектор навчальних даних $x = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$.

t – вектор цільових вихідних значень, що надаються учителем $t = (t_1, t_2, \dots, t_i, \dots, t_n)$.

σ_k – складова коригування ваг зв'язків w_{jk} , відповідна помилка вихідного нейрона y_k ; також, інформація про помилку нейрона y_k , яка поширюється тим нейронам прихованого шару, які пов'язані з y_k .

σ_j – складова коригування ваг зв'язків v_{ij} , відповідна поширюваної від вихідного шару до прихованого нейрона z_j інформації про помилку.

a – швидкість навчання.

X_i – нейрон на вході з індексом i . Для вхідних нейронів вхідний і вихідний сигнали однакові – x_i .

v_{oj} – зсув прихованого нейрона j .

z_j – прихований нейрон j ; Сумарне значення подається на вхід прихованого елемента z_j позначається z_{-in_j} : $z_{-in_j} = v_{oj} + \sum_i^n x_i v_{ij}$.

Сигнал на виході z_j (результат застосування до z_{-in_j} функції активації) позначається z_j : $z = f(z_{-in_j})$.

w_{ok} – зсув нейрона на виході.

y_k – нейрон на виході під індексом k ; Сумарне значення подається на вхід вихідного елемента y_k позначається y_{-in_j} : $y_{-in_j} = w_{ok} + \sum_j^n z_i w_{ij}$.

Сигнал на виході y_k (результат застосування до y_{-in_j} функції активації) позначається y_k : $y = f(y_{-ik_j})$

Алгоритм навчання. Алгоритм навчання виглядає наступним чином:

Крок 0.

Ініціалізація ваг випадковим чином, невеликими значеннями.

Крок 1.

Допоки, умова припинення роботи алгоритму невірна, виконуються кроки 2 – 9.

Крок 2.

Для кожної пари {дані, цільове значення} виконуються кроки 3 – 8.

Поширення даних від входів до виходів:

Крок 3.

Всі вхідні нейрони ($x_i, i = 1, 2, \dots, n$) відправляють отримані сигнали всім нейронам в наступному шарі, в даному випадку нейронам прихованого шару.

Крок 4.

Кожен нейрон, прихованого ($z_j, j = 1, 2, \dots, p$) підсумовує зважені вхідні сигнали z_{-in_j} : $z_{-in_j} = v_{oj} + \sum_i^n x_i v_{ij}$ і застосовує функцію активації z_j : $z = f(z_{-in_j})$. Після чого відправляє результат усіх елементів наступного шару, тобто вихідних нейронів.

Крок 5.

Кожен вихідний нейрон ($y_j, k = 1, 2, \dots, m$) сумує зважені вхідні сигнали y_{-in_j} : $y_{-in_j} = w_{ok} + \sum_j^n z_i w_{ij}$ і застосовує функцію активації z_j : $z = f(z_{-in_j})$, підраховуючи вихідний сигнал y_k : $y = f(y_{-ik_j})$.

Зворотне поширення помилки:

Крок 6.

Кожен вихідний нейрон ($y_k, k = 1, 2, \dots, m$) отримує цільове значення – то вихідне значення, яке є правильним для даного вхідного сигналу, і обчислює похибку $\sigma_k = (t_k - y_k)f'(y_{-in_j})$, так само обчислює величину, на яку зміниться вага зв'язку w : $\Delta w_{jk} = a \sigma_k z_j$. Попри це, обчислює величину коригування зміщення: $\Delta w_{0k} = a \sigma_k$ і посилає σ_k нейронам в попередньому шарі.

Крок 7.

Кожен нейрон прихованого шару ($z_j, j = 1, 2, \dots, p$) сумує вхідні помилки, з нейронів, які прийшли із попереднього шару мережі $\sigma_{-in_j} = \sum_{k \in 1}^n \sigma_k w_{jk}$ і обчислює величину похибки, помноживши отримане значення на похідну функції активації: $\sigma_j = \sigma_{-in_j} f'(z_{-in_j})$, так само обчислює величину, на яку зміниться вага зв'язку: $v_{ij}: \Delta v_{ij} = a \sigma_j x_i$. Попри це, обчислює величину коригування зміщення:

Крок 8.

Зміна ваг.

Кожен вихідний нейрон ($y_k, k = 1, 2, \dots, m$) змінює ваги своїх зв'язків з елементом зміщення і нейронами прихованого шару: $w_{jk}(new) = w_{jk}(old) + \Delta w_{jk}$.

Кожен нейрон прихованого шару ($z_j, j = 1, 2, \dots, p$) змінює ваги своїх зв'язків з елементом зміщення і вихідними нейронами: $v_{ij}(new) = v_{ij}(old) + \Delta v_{ij}$.

Крок 9.

Перевірка умови припинення роботи алгоритму.

Умовою припинення роботи алгоритму може бути як досягнення сумарної квадратичної помилки результату на виході мережі встановленого

заздалегідь мінімуму в ході процесу навчання, так і виконання певної кількості ітерацій алгоритму [6]. В основі алгоритму лежить метод під назвою градієнтний спуск. Залежно від знаку, градієнт функції (в даному випадку значення функції – це помилка, а параметри – це ваги зв'язків в мережі) дає напрямок, в якому значення функції зростають (або зменшуються) найбільш стрімко [6].

Вибір початкових ваг і зсуву. Випадкова ініціалізація. Вибір початкових ваг вплине на те, чи зуміє мережу досягти глобального (або тільки локального) мінімуму помилки, і наскільки швидко цей процес буде відбуватися. Зміна ваг між двома нейронами пов'язано з похідною функції активації нейрона з наступного шару і функції активації нейрона шару попереднього. У зв'язку з цим, важливо уникати вибору таких початкових ваг, які обнулять активаційну функцію або її похідну. Також початкові ваги не повинні бути занадто великими (або вхідні сигнали для кожного прихованого або вихідного нейрона швидше за все потраплять в регіон дуже малих значень сигмоїда (регіон насичення)). З іншого боку, якщо початкові ваги будуть занадто маленькими, то вхідний сигнал на приховані або вихідні нейрони буде близький до нуля, що також призведе до дуже низької швидкості навчання. Стандартна процедура ініціалізації ваг полягає в привласненні їм випадкових значень в інтервалі $(-0,5; 0,5)$. Значення можуть бути як позитивними, так і негативними, так як кінцеві ваги, що виходять після навчання мережі, можуть бути обох знаків.

Висновки

1. У розділі описано проблеми методу визначення релаксуючих картин для коригування психофізіологічного стану зимівників та його дослідження, які пов'язані із ручним підбором релаксуючих картин та великою кількістю даних для обробки.
2. Проведено огляд зібраних даних, необхідних для підбору релаксуючих картин, проведено їх аналіз, класифікацію, групування та

кодування числових значень для подальшого використання в глибокому машинному навчанні.

3. Поставлено завдання розробки методу підбору релаксуючих картин на основі зібраних даних про зимівників під час експедиції включаючи кольорову преференцію.

4. Запропоновано метод підбору релаксуючих картин на основі глибокого машинного навчання та нейронних мереж із використанням функції софтмакс та методу зворотної поширення помилки.

5. Точність запропонованого методу залежить від величини набору даних та їх достовірності. Також визначено кроки, які потрібно виконати при реалізації нейронної мережі формування високої точності роботи: побудова топології, вибір функції активації та методу навчання мережі, оцінка якості роботи мережі на основі підтверджувальної множини.

РОЗДІЛ 3

МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВІВ НА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИЙ СТАН ЛЮДИНИ

У попередньому пункті було запропоновано метод підбору реласуючих картин на основі певного набору параметрів. Але дана область досліджень повністю не вивчена, та розвивається із кожним роком. Вводяться нові параметри досліджень, знаходяться нові впливи різноманітних факторів на психофізіологічний стан, які мають кольорову та не кольорову природу, а також їх комбінації. Що дозволяє психологам збільшувати ефективність та точність методів дослідження та коригування різноманітних психофізіологічних відхилень людини. Навіть запропонований метод підбору може з часом змінити свій набір вхідних параметрів, тому було б добре розробити метод, який надав психологам можливість ціле направлено проводити різноманітні порівняння зібраних показників даних та впливи реласуючих картин на зимівників, динаміку зміни психофізіологічного стану за критерієм кольорової преференції, наприклад.

3.1. Метод виявлення впливів на психофізіологічний стан людини

Опишемо постановку задачі розробки методу виявлення впливів на психофізіологічний стан людини.

Дано: результуючі кольорові преференції та підібрані реласуючі картини.

Знайти: вплив реласуючих картин на кольорову преференцію людини та взаємозв'язок між іншими параметрами.

В основі методу я пропоную визначити та покласти основні принци, яких необхідно дотримуватися для досягненої поставленої мети. Спочатку потрібно визначитися, що саме очікують психологи перед початком користуванням таким методом. Перш за все необхідно зрозуміти, на скільки було ефективні сеанси перегляну реласуючих картин, для того, щоб

зрозуміти чи допомогло коригування психофізіологічного стану чи ні. Необхідно зрозуміти, чи потрібно приймати якісь дії далі чи зробленого уже достатньо тощо. Щоб оцінити ефект сеансів перегляду релаксуючих картин, для початку, достатньо порівняти як саме змінилася кольорова перевага після сеансів. Потім можна додавати інші показники: рівень депресії, суб'єктивні відчуття тощо. Водночас важливо не забувати про можливі впливи параметрів, які порівнюються із релаксуючими картинами. Адже вони можуть мати вплив і один на одного.

Такого роду дослідження можна проводити за допомогою візуалізації даних у вигляді графіків або ж гістограм. Психологи уже мають у своєму арсеналі такий інструментарій, але він має конкретний набір параметрів для побудови та тип графіків, що створює обмеження при дослідженнях. На рис. 3.1 зображено приклади роботи цього інструментарію із візуалізацією динаміки зміни кольорових переваг та погодних умов.

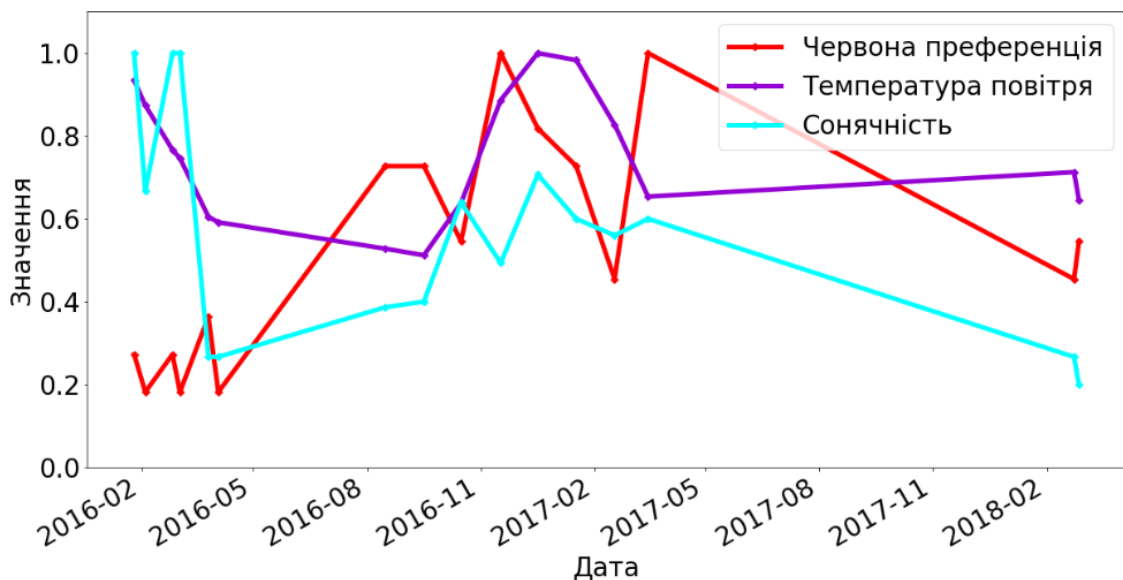


Рис. 3.1 Приклад візуалізації динаміки зміни кольорової переваги, температури повітря та сонячності

Виходячи із того, що уже психологи мають, впливає логічне рішення: розширити існуючий інструментарій візуалізації, який буде задовольняти

визначеним необхідним пунктам методу виявлення впливів релаксуючих картин.

Варто пам'ятати, що дослідження психофізіологічного стану розвивається, тому і набір параметрів, що досліджуються, може розширюватися. Тому на даному етапі не варто зупинятися на релаксуючих картинах та їх впливі на психофізіологічний стан людини, а слід дивитися в сторону гнучкої реалізації методу. Який дасть фундамент для виявлення впливів на психофізіологічний стан будь яких параметрів, будь якого формату та законів зміни.

Вхідні дані.

Зараз інструментарій візуалізації має фіксованих набір параметрів, які можуть додаватися та відображатися на графіках. Для досягнення поставленої задачі необхідно забезпечити можливість не обмежено додавати нові параметри та видаляти старі, неактуальні із системи. Звісно це породжує цілий набір інших проблем, які описані нижче. На рис. 3.2 зображено схему взаємодії користувача із інструментарієм за описаним принципом.

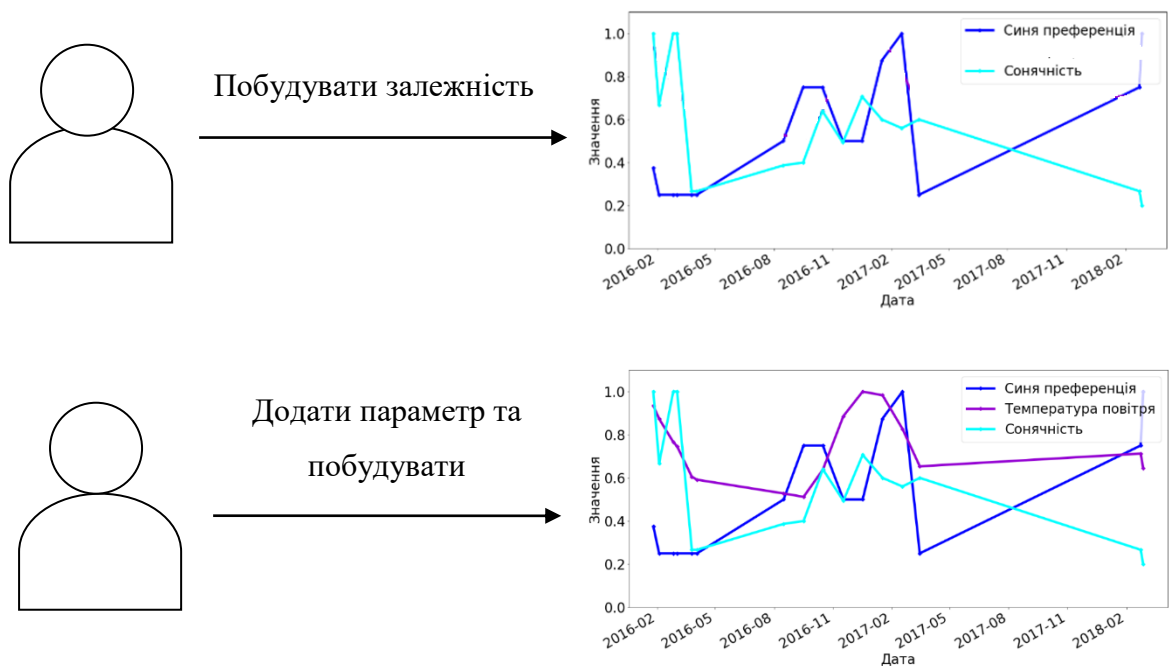


Рис. 3.2 Схема взаємодії користувача із інструментарієм візуалізації

Структура даних.

Із гнучким додаванням нових параметрів з'являється нова проблема: як зберігати ці всі нові параметри, якщо вони наприклад мають різну структуру. А також проблема в динамічному створенні сутностей для бази даних тощо. По суті цю проблему можна вирішити програмно та вибрати набір технологій для реалізації, який дозволить уникнути таких проблем. Наприклад, створення сутностей із динамічною зміною полів допоможе формат json, в якому можна визначити типові та необхідні ключі для роботи інструментарію та запитувати їх при додаванні нових параметрів та залежностей (рис. 3.3).

```

1  {
2      "entityName": "string",
3      "columns": "array[any]",
4      "defaultColor": "string",
5      "defaultVisualization": "chart",
6      "relatedEntities": "array[string]",
7      "values": "array[any]"
8  }
```

Рис. 3.3 Приклад зберігання конфігурацій для динамічної обробки сутностей та їх полів

Типи графіків.

Типи графіків дуже важливий пункт, за рахунок того, що не правильний підбір типу зображення залежностей, може тільки приховати можливі впливи. Або ж навпаки, вдалий підбір типу графіку може показати чіткі залежності між параметрами. Якщо слідувати визначеному підходу гнучкості, то неможливо сформуванати чіткі правила вибору типів графіків. Різні залежності мають різну поведінку, а якщо говорити про їх комбінацію, то наперед дуже важко сказати, який формат візуалізації буде найкращий для їх порівняння. Тому тут головне зафіксуватися, що найкращого вибору немає, потрібно дозволити психологам самим підбирати формат візуалізації, який на їх думку буде підходящим. Можна задати початковий тип

візуалізації параметра, а в ході роботи із ним динамічно змінювати його, для цього добре підходить підхід із попереднього пункту.

Проблеми пропусків в таблицях із даними.

Як описано раніше, дані, які збираються на антарктичній станції про психофізіологічний стан зимівників збираються в таблиці. Але під час перебування на антарктичній станції психолог дуже часто може забуватися вносити певні показники.

	A	B	C	D	E	F
1	Date	Weight	AT0	AT50	AT100	AT150
2	4/8/2015	82	109.5	108.5	115.5	122
3	5/8/2015	82		112.5	130	151
4	6/8/2015	84	106	118.5	130	154
5	7/8/2015	82	99.5	119.5	134.5	
6	8/8/2015	84	100	117	130	154
7	9/8/2015	86	105	112.5	130	
8	10/8/2015	86	106		130	154.5

	A	B	C	D	E	F
1	Date	Weight	AT0	AT50	AT100	AT150
2	4/8/2015	82	109.5	108.5	115.5	122
3	5/8/2015	82	103	112.5	130	151
4	6/8/2015	84	106	118.5	130	154
5	7/8/2015	82	99.5	119.5	134.5	153.5
6	8/8/2015	84	100	117	130	154
7	9/8/2015	86	105	112.5	130	151
8	10/8/2015	86	106	119	130	154.5

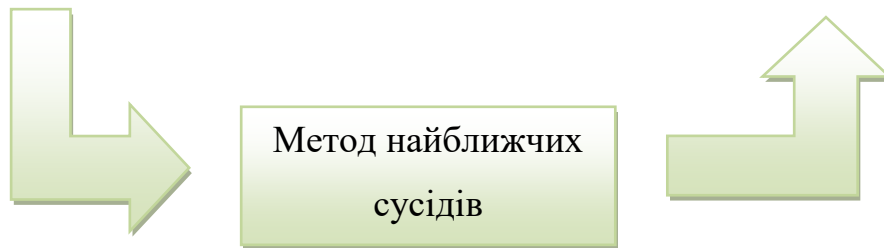


Рис. 3.4 Схема заповнення пропусків в таблицях з даними

І дуже частою стало явище, коли в таблицях по дослідженню стану зимівників присутні пропуски. Це велика проблема при візуалізації цим параметрів. На графіках спостерігаються різкі спади та зростання, що фактично псує реальну показову динаміку зміни. Вирішенням цієї задачі може бути використання методів машинного навчання, бібліотеки якого уже підключені до цього інструментарію. Наприклад, гарні результати показали методи по відновленню пропущених даних: метод найближчих сусідів та метод сингулярного розкладу. Тому схема щодо вирішення цієї проблеми може виглядати наступним чином рис. 3.4.

Масштабування та усереднення.

І останнім пунктом, який необхідно забезпечити при реалізації методу виявлення впливів релаксуючих картин на психофізіологічний стан це

масштабування та усереднення значень параметрів у порівнянні. Бо як відомо, що числові показники наприклад ваги тіла та артеріального тиску під час високих навантажень можуть суттєво відрізнятись. Тому важливо зберігати зображення графіків в одному місці, за рахунок калібровки цих значень. Реалізація цього пункту буде суто програмною. Треба мати можливість користувачу самому вибирати масштаб та дати можливість, наприклад, опустити графік на десять одиниць по осі ординат. Наприклад, як при зображенні різнорідних даних: кількості зимівників, які мали змішану кольорову преференцію, температуру повітря та сонячність (рис. 3.5).

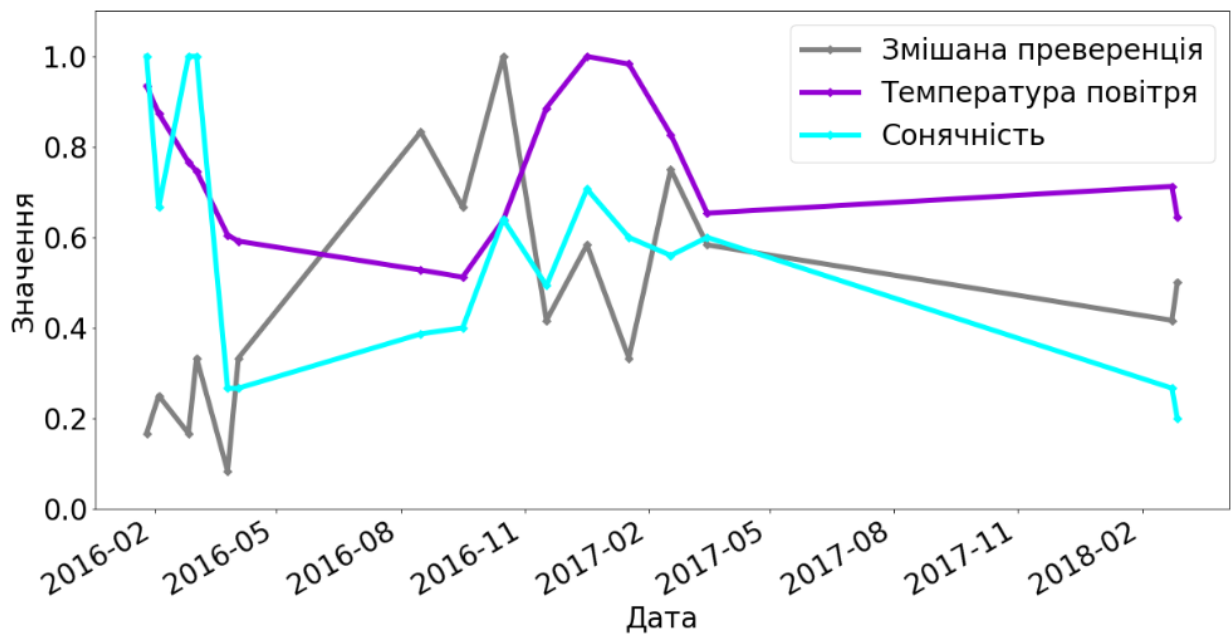


Рис. 3.5 Приклад зображення різнорідних даних на одному графіку із використанням усереднених значень

Висновки

1. Поставлено завдання розробки методу виявлення впливів релаксуючих картин на психофізіологічний стан людини, включаючи умови гнучкості його роботи із різнорідними даними.
2. Розроблено метод виявлення впливів релаксуючих картин на психофізіологічний стан людини, який дозволяє наочно побудувати показники до та після проходження сеансу перегляду релаксуючих

картин з можливістю динамічно додавати нові параметри та змінювати формат візуалізації, що дозволяє психологам ефективніше проводити дослідження та знаходити залежності і робити нові припущення.

3. Визначено основні пункти реалізації гнучкого механізму візуалізації, які забезпечують всі потреби психологів для дослідження отриманих результатів: вхідні дані, їх структура, типи графіків, проблема пропусків даних, масштабування та усереднення, та вирішено супутні проблеми.

РОЗДІЛ 4

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ МЕТОДІВ ПІДБОРУ ТА ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВІВ РЕЛАКСУЮЧИХ КАРТИН НА СТАН ЛЮДИНИ

У даному розділі розглядається опис програмної реалізації методу підбору релаксуючих картин та метод виявлення їх впливу на психофізіологічний стан людини, які було запропоновано в попередніх пунктах. Результати застосування розробленого ПЗ, на основі реальних даних отриманих від НАНЦ України. А також приклади роботи реалізації методу виявлення впливів та нових залежностей з використанням користувальницького інтерфейсу та графіків.

4.1. Постанова завдання та вимоги до ПЗ

Розроблене ПЗ повинне включати такі компоненти:

1. Підбір релаксуючих картин на основі набору даних: кольорової преференції, дня народження, суб'єктивних відчуттів та рівня депресії.
2. Можливість будувати графіки залежностей, додавати нові параметри та конфігурувати налаштування, як це було визначено у запропонованому методі.

Перед розробкою програмного забезпечення необхідно розуміти, що розробка даного функціоналу повинна бути інтегрована до існуючого ПЗ, яке має НАНЦ України. Тому потрібно ознайомитися із архітектурою існуючого ПЗ та визначитися із основним підходом по розробці нових компонентів.

Існуюче ПЗ має багато шарову архітектуру, де код поділено по шарах: домен, рівень бази даних, бізнес-логіка та сервіси, інтерфейс. З таким поділом можна спланувати розробку нових компонентів, як незалежних модулів із окремими інтерфейсами, щоб позбутися впливу на роботу існуючих механізмів. Також нові модулі можуть використовувати існуючі, в якості уже готових напрацювань, що буде доречно при розробці функціоналу

побудови графіків. Адже базисні механізми для побудови графіків уже присутні в ПЗ. Перейдемо до конкретної реалізації нових компонентів.

4.2. Функціональна діаграма розробленого ПЗ та її опис

Програмна реалізація методу підбору релаксуючих картин виконана в процедурному стилі, оскільки, ця частина забезпечує реалізацію нейронної мережі та її налаштувань із використанням мови програмування Python та відповідних супутніх бібліотек: numpy, pandas, keras, sklearn та tensorflow [5]. Ця частина програмного коду є ядром для підбору релаксуючих картин та під'єднана до розробленого ПЗ з використанням спеціального драйвера. Всі інші частини ПЗ було розроблено на платформі .NET із використанням мови програмування C# та дотримання об'єктно-орієнтованого підходу.

На рис. 4.1 (а) зображено ланцюг методів які викликаються, при роботі методу підбору релаксуючих картин та під час тренування нейронної мережі. Метод ReadInputData надає користувачеві форму для введення необхідного набору даних для підбору релаксуючої картини. Метод ValidateInputData перевіряє введені користувачем параметри на коректність. Якщо якісь дані мають некоректний формат, або пропущені, обов'язково виведеться повідомлення з помилкою, де буде зазначено, який саме параметр невірний. CreateDeterminingRequest збирає вхідні дані в один об'єкт, за необхідності перетворює або трансформує їх, для передачі наступному шару ПЗ. Ця дія зроблена, як окремий запит, для того, щоб організувати певну паралельність роботи та чергу із таких запитів, а також їх логування. Що забезпечує швидкість роботи підбору картин та перспективи для масштабування ПЗ. PutRequestToExternalCode відповідає за передачу сформованого об'єкта запиту до нейронної мережі, яка є зовнішнім підключеним компонентом за допомогою спеціального драйвера. Цей компонент, це не що інше, як налаштована навчена нейронна мережа.

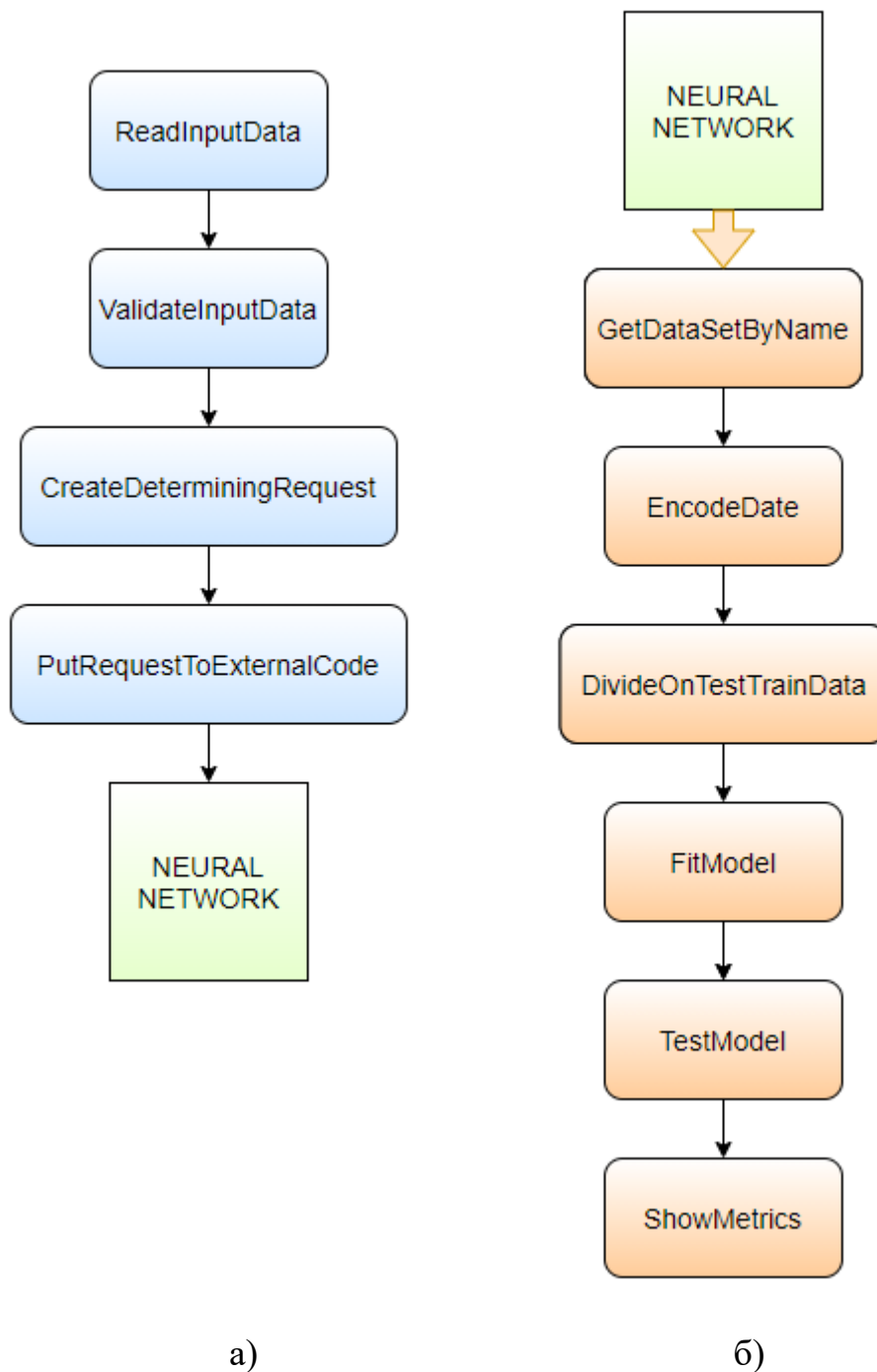


Рис. 4.1 Послідовність виконання функцій реалізації: методу підбору релаксуючих картин в ПЗ (а), нейронної мережі під час навчання в ПЗ (б)

А тепер розглянемо навчання процес навчання нейронної мережі в ПЗ рис. 4.1 (б). Метод `GetDataSetByName` отримує назву файлу та відповідні колонки для зчитування і повертає дані про кольорову преференцію, день народження, суб'єктивним відчуттям та рівню депресії у форматі `DataFrame`. `DivideOnTestTrainData` розділяє отриманий набір даних на дві частини: на

вхідні та вихідні. Це необхідно для налаштування, а потім тренування нейронної мережі. `FitModel` виконує функцію виклику процедури тренування нейронної мережі, формування значень вагів нейронів, передаючи дані для тренування.

Метод `TestModel` приймає на вхід тестовий набір даних та повертає релаксуючу картину, використовуючи натреновану нейронну мережу. Для того, щоб перевірити, що нейронна мережа натренована точно і підбирає релаксуючі картини вірно, необхідно отримані результати з очікуваними значеннями релаксуючих картин передати у метод `ShowErrorMatrix`, яка візуалізує статистичні дані по роботі нейронної мережі, по якій можна побачити точність роботи мережі.

На рис. 4.2 зображено схему класів, які забезпечують роботу усіх визначених необхідних пунктів, необхідних для виявлення впливів на психофізіологічний стан людини будь яких параметрів. Схема розділена на дві частини: верхня відповідає за зчитування конфігурацій для побудови графіків та обробку даних, нижня безпосередньо за побудову графіків.

Починаючи зверху, клас `DataSelectionService` містить методи для зчитування введених конфігурацій користувачем для кожного параметра побудови та надає можливість фільтрувати вибрані параметри, тобто робити різноманітні вибірки даних. Клас `DataManagementService` відповідає за управління структурами даних та самими даними. Наприклад, додавання нових параметрів, видалення існуючих або ж їх редагування. `DataAdjustmentService` реалізує механізм, який вирішує проблему неповноти даних, пропусків. Саме в цьому класі міститься механізм для заповнення пропусків даних, а також різного роду кодування значень, для подальшої їх побудови та обробки.

В нижній частині перший клас `DrawService`, який в собі містить напрацювання існуючих бібліотек побудови графіків, але з модифікаціями, які дозволяють накладати графіки та формувати налаштування по кожному параметру окремо, незалежно від інших. Таким чином на одному зображенні

можуть бути побудовані декілька параметрів із різним базисом, типом графіку, маркерами, зсувом, тощо. *ScalingService* відповідає за зміну значень, як необхідно відобразити на графіку, наприклад підібрати потрібний масштаб тощо.

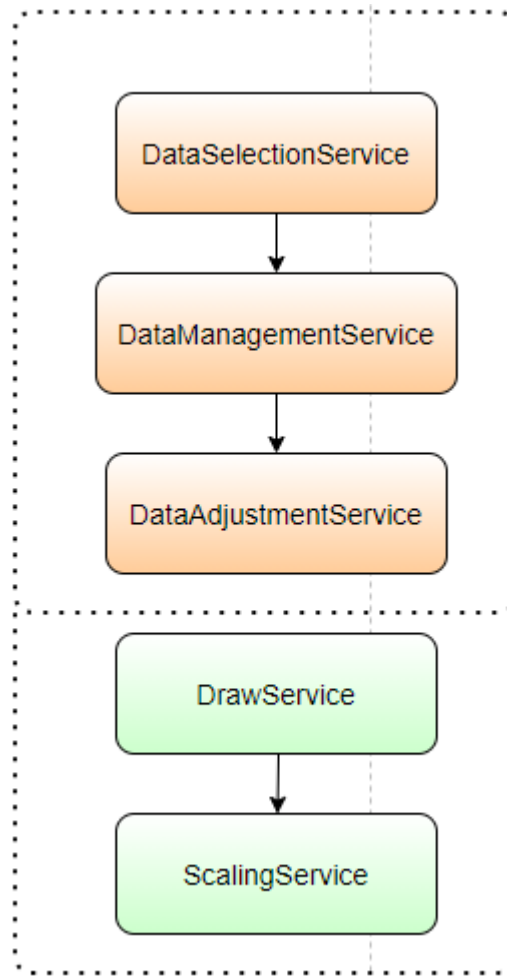


Рис. 4.2 набір класів та їх схематичне зображення, які відповідають за побудову графіків, для виявлення впливів на психофізіологічний стан людини

4.3. Практичне застосування розробленого ПЗ

Реалізоване ПЗ на основі платформи від Microsoft .NET 4.7 із використанням фреймворку WPF, оскільки, даний стек технологій уже був впроваджений в ПЗ, яким НАНЦ України уже користується. Для безпосередньої розробки нейронної мережі та супутніх компонентів було

застосовано мову програмування Python з використання бібліотек numpy, pandas, keras, sklearn та tensorflow. Приклад інтерфейсу для підбору релаксуючих картин з використанням ПЗ зображено на рис. 4.3.

Рис. 4.3 Частина інтерфейсу розробленого ПЗ: форма для введення параметрів для підбору релаксуючих картин

Після того, необхідні вхідні параметри повністю введені, спрацює ланцюг, який запускає весь механізм підбору релаксуючих картин, програмні методи якого були описані в попередньому пункті. Після проходження повного ланцюгу, коли підбір буде виконано, завантажувальний індикатор зникне та результат з'явиться у відповідному місці.

Результат роботи нейронної мережі можна отримати у режимі розробника, виконавши відповідні команди, для побудова статистики по її роботі. На рис. 4.4 можна бачити приклад цього звіту, по якому можна оцінити точність роботи нейронної мережі та оцінити ефективність. У разі відхилень, або ж низької точності, за рахунок, наприклад, перенавчання, необхідно виконати повторні дії з конфігурації нейронної мережі. Це можуть бути: зміна вагів нейронів, або зміна прихованого шару мережі тощо.

Результат роботи нейронної мережі можна представити у вигляді матриці похибок, наприклад на рис. 4.4. З рисунка видно, що мережа працює практично ідеально, тому що всі підбори релаксуючих картин зосереджені по діагоналі, де номери на осях відповідають класам релаксуючих картин. Але все-таки спостерігаються одиничні відхилення, що говорить, про те, що нейронна мережа іноді помиляється. Для того щоб дізнатися точність підбору, достатньо скористуватися вбудованою функцією по розрахунку

точності роботи нейронної мережі. І так отримано 97.6% точності роботи мережі, що досить непоганий показник, враховуючи, що даних для навчання було не багато. Варто відзначити, що навіть мізерний відсоток неправильних підборів не вплине негативно на сеанси перегляду релаксуючих картин, оскільки, він взагалі немає негативного ефекту. А невдало підібрані релаксуючі картини психологи зможуть спробувати відслідкувати за допомогою методу виявлення впливів релаксуючих картин.

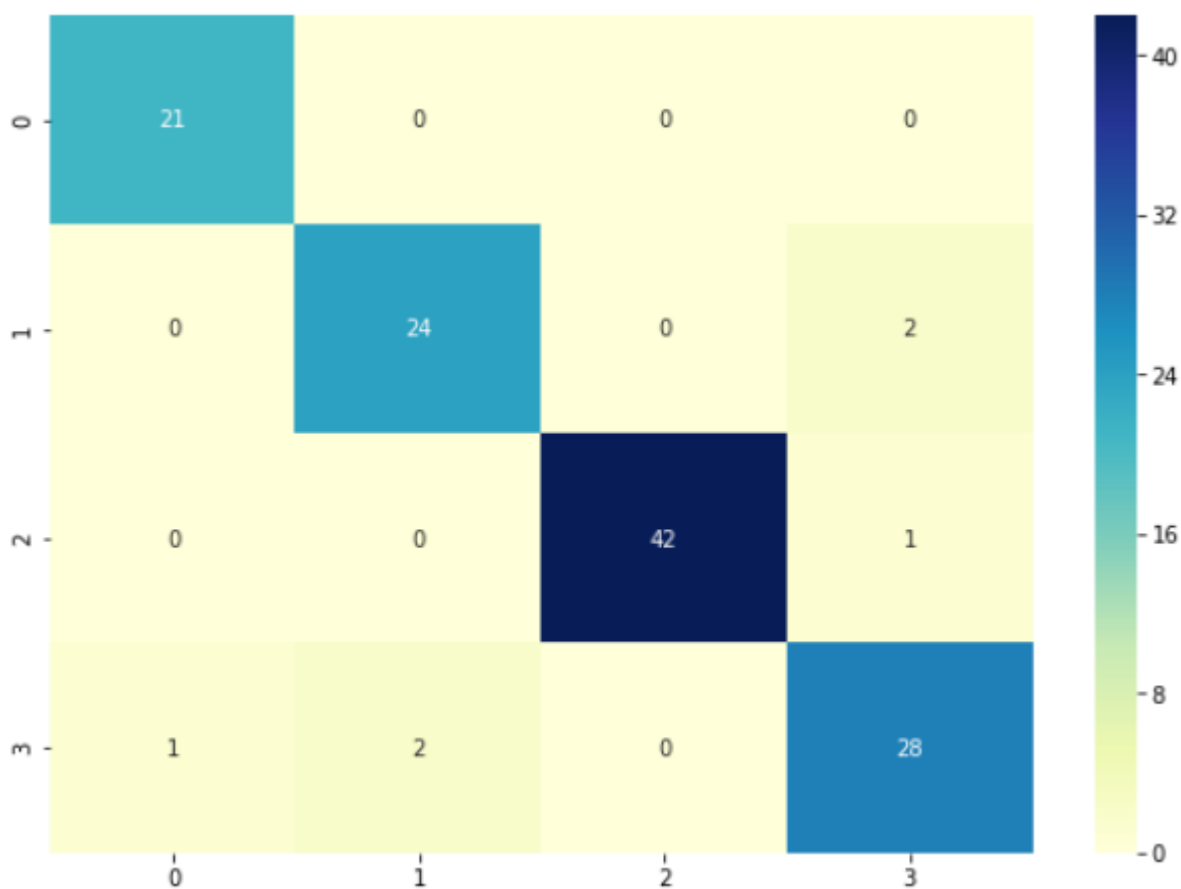


Рис. 4.4 Результат роботи нейронної мережі для підбору релаксуючих картин

На рис. 4.5 зображено конфігураційну панель, за допомогою якої можна налаштувати побудову графіків. Зверху зображені вкладки, які розділять конфігураційні налаштування різних параметрів. Нижче спостерігаємо панель налаштування масштабу та інших числових параметрів для побудови. Можна розкрити приховану область і там буде доступно

необов'язкові параметри налаштувань. Варто відзначити, що для різних типів графіків та параметрів, набір конфігурацій може відрізнятися в залежності від їх природи. В самому низу панель для конфігуруванню дизайну та типів графіку. Даний інтерфейс було узгоджено із працівниками НАНЦ України, та відповідає послідовності дослідження, які проводять психологи. Всі конфігурації є динамічними, тобто можна після побудови їх змінювати і в реально часі бачити зміни на графіках, що дозволяє психологам будувати залежності в різних конфігураціях, що значно допомагає збільшити ефективність, щодо виявлення нових впливів та залежностей.

Рис. 4.5 Частина інтерфейсу розробленого ПЗ: конфігураційна панель

На рис. 4.6 показано приклад побудови декількох параметрів: кольорової преференції, ваги тіла та частоти пульсу при різних навантаженнях. На прикладі показано, як можна фізичні показники стовпцями із градієнтними кольорами та кольорову преференцію, як індикатор. Всі параметри вибрані для одного зимівника за одну експедицію. Таким чином можна відслідковувати чи є вплив динаміки зміни кольорової

преференції на фізичні показники. Також тут можна підключити і релаксуючі картини, що також може бути показовим.

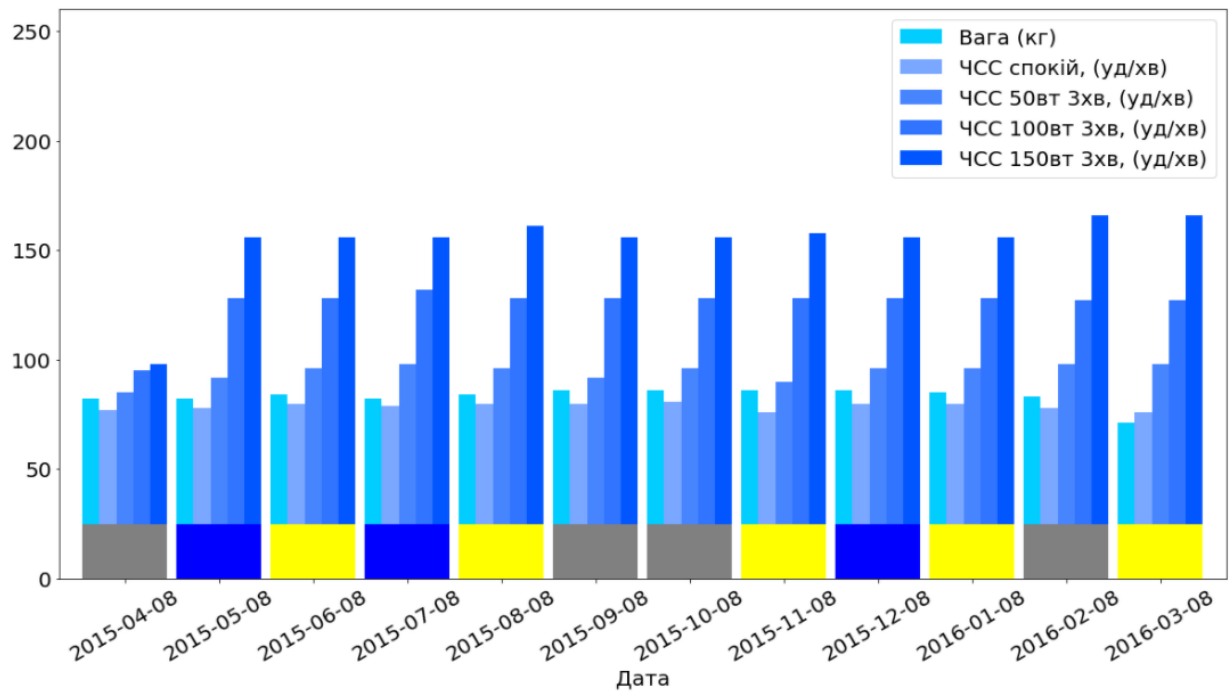


Рис. 4.6 Частина інтерфейсу розробленого ПЗ: побудова графіку

Висновки

1. Розроблено програмне забезпечення запропонованого методу підбору релаксуючих картин, та розширено реалізацію інструментарію візуалізації згідно із запропонованим методом виявлення впливів на психофізіологічний стан та з урахуванням визначених необхідних пунктів: вхідні дані та їх структура, типи графіків, проблема пропусків даних, масштабування та усереднення.
2. Інтегровано до існуючого ПЗ для аналізу психофізіологічного стану людини програмну реалізацію методу підбору релаксуючих картин та методу виявлення впливів на психофізіологічний стан людини.
3. Побудовано матрицю похибок роботи розробленої нейронної мережі реалізації методу підбору релаксуючих картин та обчислено точність роботи нейронної мережі, яка рівна 97.6%, що є цілком високим

показником для застосування запропонованої реалізації в реальних умовах.

4. Побудовано приклади графіків, для проведення досліджень щодо виявлення впливів на психофізіологічний стан людини та описано розроблену конфігураційну панель, яка дозволяє проводити дослідження залежностей показників із використанням гнучкого механізму налаштувань побудови.

РОЗДІЛ 5

РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ

У розділі проведено маркетинговий аналіз стартап-проекту, що дозволить визначити принципові можливості його впровадження в реальному світі та можливих напрямів застосування його реалізації.

5.1 Опис ідеї проекту (товару, послуги, технології)

Продуктом є десктопний застосунок для дослідження та аналізу психофізіологічного стану людини. Детальний зміст наведений в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Опис ідеї стартап-проекту

<i>Зміст ідеї</i>	<i>Напрямки застосування</i>	<i>Користь для користувача</i>
Ідея проекту полягає у виявленні критичного психофізіологічного стану людини та подальшому його коригуванні, за допомогою релаксуючих картин. Це може бути корисно для людей які працюють в офісах, де немає вікон або дуже мало світла тощо. Адже саме таке середовище із дефіцитом кольорів може погіршувати психофізіологічний стан. Також це може бути актуальним для людей, як працюють в меді, тобто мають перенасичення кольорового середовища. Ознаками критичного стану може бути: втома, біль в голові, втрата мотивації, роздратованість тощо.	1. Коригування психофізіологічного стану працівників, які працюють в закритому приміщенні.	Покращене самопочуття. Збільшення ефективності роботи.
	2. Коригування психофізіологічного стану людей, які кожен день працюють в медіа середовищі.	Покращене самопочуття. Збільшення ефективності роботи.
	3. Коригування психофізіологічного стану зимівників на антарктичній станції.	Покращене самопочуття. Збільшення ефективності проведення досліджень на станції.
	4. Домашнє застосування.	Покращене самопочуття. Збільшення ефективності роботи. Пізнання свого організму за допомогою аналізу його показників.

Розроблений додаток не має конкурентів на ринку. Оскільки, дослідження психофізіологічного стану на основі кольорового сприйняття світу не дуже популярна, тому аналогів поки що немає.

5.2 Технологічний опис проекту

Таблиця 5.2

Технологічна здійсненність ідеї проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Ідея проекту</i>	<i>Технології її реалізації</i>	<i>Наявність технологій</i>	<i>Доступність технологій</i>
1.	Підбір релаксуючих картин для коригування психофізіологічного стану людини.	Реалізація ідеї буде за допомогою використання нейронних мереж та супутніх методів обробки та аналізу даних.	Технологія є в наявності, представлення у спеціальних програмних бібліотеках. Але необхідно розробити архітектуру мережі та провести її конфігурацію, та обрати найбільш підходящі методи для обробки даних.	Програмні бібліотеки є у відкритому доступу.
2.	Метод виявлення впливів на психофізіологічний стан.	Реалізацією є десктоп додаток, який побудовано на основі графічних технологій, представлених в бібліотеках Microsoft.	Технологія має інтерфейси для взаємодії, та доопрацювання не потребує.	Програмні бібліотеки є у відкритому доступу.
3.	Програмний застосунок.	Технологія по розробці десктопного застосунку.	Технологія доступна та не потребує змін.	Технологія є доступною.

З таблиці видно, що доробити необхідно тільки частину функціоналу, яка буде відповідати за підбір релаксуючих картин, бо тільки в цій частині необхідні додаткові налаштування. А все інше може бути реалізоване посередництвом готових технологій та бібліотек.

5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Таблиця 5.3

Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Показники стану ринку (найменування)</i>	<i>Характеристика</i>
1	Кількість головних гравців, од	1
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	Дані відсутні
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Дані про психофізіологічний стан людини
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Дані відсутні
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	Дані відсутні

Із таблиці видно, що ринок не є визначеним та новим. Що дає можливість просто входу. Але основною проблемою може стати набір даних по дослідженню психофізіологічного стану людини, який необхідний для створення такого типу продукту.

5.4 Визначення потенційних груп клієнтів

Таблиця 5.4

Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

<i>№ n/ n</i>	<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
1.	Пізнання поведінки людського організму.	Служби, які займаються організацією людей тощо. Приватні особи.	Клієнти першого типу зазвичай великі комерційні компанії, які зацікавлені у всіх доступних способах, як здатні підвищити роботу працівників. Клієнти другого типу це окремі люди, які цікавляться тим, як працює їхній організм.	Точність результатів та простота у використанні.

Продовження таблиці 5.4

<i>№ n/ n</i>	<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
2.	Коригування психофізіологічного стану людини.	Люди, які мають недостачу або перенасиченість кольорового середовища	Клієнтами можуть виступати, як і великі компанії, зацікавлені в збільшенні ефективності роботи працівників, так і приватні особи, які турбуються своїм самопочуттям.	Точність результатів та простота у використанні.

5.5 Аналіз ринкового середовища

Таблиця 5.5

Фактори загроз

<i>№ n/ n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1.	Пандемія covid-19 тощо.	Такого роду пандемії призводять до зменшення споживання життєво необхідних сервісів та програм.	Проведення акційних знижок, надання безкоштовного доступу.
2.	Війна.	Війна завжди змінює пріоритети по користуванню додатковими сервісами та програмами. Люди більше зосереджуються на більш суттєвих речах для виживання.	Застосування знижок, привернення уваги клієнтів за рахунок коригування психофізіологічного стану та покращення самопочуття.
3.	Невдалий досвід користуванням.	Невдалий досвід користування може бути виявлений, як негативний його вплив на людину при застосуванні релаксуючих картин, або невірному аналізу психофізіологічного стану.	Вибачення керівників продукту на публіці, матеріальне відшкодування.

5.6 Аналіз пропозиції

Таблиця 5.6

Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

<i>Особливості конкурентного середовища</i>	<i>В чому проявляється дана характеристика</i>	<i>Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)</i>
1. Тип конкуренції є чистим, поки не сформувався ринок та не з'явилися інші гравці.	Відсутність гравців на ринку.	Швидке розповсюдження продукту за рахунок мережі інтернет.
2. Рівень конкурентної боротьби є міжнародним.	Розповсюдження ПЗ є простою задачею із використанням інтернету, який не обмежується кордонами країн.	Швидке розповсюдження продукту за рахунок мережі інтернет на територіях інших держав.
3. Конкуренція є галузевою.	Рішення має місце тільки при роботі мережі інтернет та наявності інформаційної техніки.	Реєстрація всіх винайдених технологій та методів.
4. Характером конкурентних переваг є неціновий.	Використання продукту, аналогів якому, поки не існує.	Привернення уваги до новизни та ефективно роботи продукту.

5.7 Аналіз умов конкуренції в галузі

Таблиця 5.7

Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

<i>Прямі конкуренти в галузі</i>	<i>Потенційні конкуренти</i>	<i>Постачальники</i>	<i>Клієнти</i>	<i>Товари-замінники</i>
<i>Навести перелік прямих конкурентів</i>	<i>Визначити бар'єри входження в ринок</i>	<i>Визначити фактори сили постачальників</i>	<i>Визначити фактори сили споживачів</i>	<i>Фактори загроз з боку замінників</i>
Поки ринок пустий, конкуренти відсутні.	Оскільки, конкуренти відсутні, то складнощі вийти на ринок немає. Окрім, сприйняття продукту користувачами.	Продукт оснований на власних патентах та відкритих бібліотеках. Також є використання хмарного середовища для зберігання даних та обчислень, який диктує	Споживачі поки не мають досвіду по користуванню наведеним продуктом, тому, поки факторів сили не мають. Після певного часу	Товарами замінниками можуть бути медикаменти зні засоби.

Продовження таблиці 5.7

<i>Прямі конкуренти в галузі</i>	<i>Потенційні конкуренти</i>	<i>Постачальники</i>	<i>Клієнти</i>	<i>Товари-замінники</i>
<i>Навести перелік прямих конкурентів</i>	<i>Визначити бар'єри входження в ринок</i>	<i>Визначити фактори сили постачальників</i>	<i>Визначити фактори сили споживачів</i>	<i>Фактори загроз з боку замінників</i>
		ціни за користування цим середовищем.	користування ним, можуть з'явитися певні побажання або зауваження.	

Вихід на ринок не є складним, за рахунок відсутності конкуренції, але продукт можуть не зрозуміти користувачі. Дану проблему необхідно вирішувати за рахунок правильної реклами та надавати чіткі відповіді, щодо призначення та принципів роботи продукту.

Для того, щоб забезпечити конкурентоспроможності продукту, необхідно проводити швидку розробку продукту, бо після виходу на ринок, є вірогідність швидкої появи аналогів. Забезпечення гарної підтримки клієнтів, та застосування змін щодо покращення інтерфейсу, швидкості роботи тощо.

5.9 Визначення факторів конкурентоспроможності

Таблиця 5.9

Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

<i>№ п/п</i>	<i>Фактор конкурентоспроможності</i>	<i>Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)</i>
1.	Швидкість роботи.	Як для будь якого програмного продукту швидкість є одним і ключових факторів, бо чим довше користувач чекає, тим менше він захоче користуватися продуктом вдруге.
2.	Точність підбору релаксуючих картин.	Продукт повинен точно роботи свої прогнози та підбирати релаксуючі картини, задля отримання реального ефекту від сеансів перегляду, що і є основною ідеєю продукту.
3.	Безпечність	Продукт ніяким чином не повинен нашкодити здоров'ю користувачів, адже це грубо суперечить його призначенню.

Продовження таблиці 5.9

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор конкурентоспроможності</i>	<i>Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)</i>
4.	Простота в налаштуванні.	Продукт повинен бути простим для встановлення, та інтуїтивно зрозуміли інтерфейс, для роботи з ним.
5.	Простота в побудові графіків.	Оскільки, основною частиною продукту є виявлення впливів, тому побудова графіків, та сама їх візуалізація, має бути максимум простою та зрозуміло для дослідження залежностей.

5.10 SWOT-аналіз

Таблиця 5.10

SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: 1) швидкість розповсюдження, 2) унікальність методів дослідження, 3) коригування психофізіологічного стану, 4) пізнання взаємодії різних параметрів на психофізіологічний стан людини.	Слабкі сторони: 1) необхідність обчислювальної техніки, 2) необхідність підключення до мережі інтернет.
Можливості: 1) коригування психофізіологічного стану, 2) дослідження та виявлення впливів на психофізіологічний стан.	Загрози: 1) не розуміння продукту користувачами, 2) неефективність коригування за рахунок не правильного користування продуктом.

5.11 Альтернативи ринкової поведінки

Таблиця 5.11

Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки</i>	<i>Ймовірність отримання ресурсів</i>	<i>Строки реалізації</i>
1.	Зміна вартості на продукт	Висока	1-10 місяців
2.	Створення акційних програм	Висока	1-15 місяців
3.	Співпраця із державними установами	Низька	10-15 місяців (школи, ВНЗ)
4.	Перенесення компанії в іншу юрисдикцію	Низька	10-15 місяців

5.12 Визначення стратегії охоплення ринку

Таблиця 5.12

Вибір цільових груп потенційних споживачів

<i>№ n/n</i>	<i>Групи потенційних клієнтів</i>	<i>Готовність споживачів сприйняти продукт</i>	<i>Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)</i>	<i>Інтенсивність конкуренції в сегменті</i>	<i>Простота входу у сегмент</i>
1.	Люди в офісах	висока	середній	низька	середня
2.	Студенти	середня	середній	низька	середня
3.	Зимівники	висока	висока	висока	висока
4.	Шахтарі	висока	середній	висока	середня

5.13 Вибір стратегії конкурентної поведінки

Таблиця 5.13

Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

<i>№ n/n</i>	<i>Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?</i>	<i>Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?</i>	<i>Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?</i>	<i>Стратегія конкурентної поведінки*</i>
1.	Є першопрохідцем	Буде	Не буде	Зайняти увесь ринок..

5.14 Розробка стратегії позиціонування

Таблиця 5.14

Визначення стратегії позиціонування

<i>№ n/n</i>	<i>Вимоги до товару цільової аудиторії</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні і позиції власного стартап-проекту</i>	<i>Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)</i>
1.	Швидкість роботи, ефективність коригування психофізіологічного стану, простота використання.	Стратегія диференціації	Швидкість роботи, ефективність коригування, простота.	Коригування психофізіологічного стану, простота.

5.15 Формування маркетингової концепції товару

Таблиця 5.15

Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба</i>	<i>Вигода, яку пропонує товар</i>	<i>Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)</i>
1.	Коригування психофізіологічного стану	Підбір релаксуючих картини для коригування психофізіологічного стану.	Єдине рішення на ринку.
2.	Виявлення впливів на психофізіологічний стан.	Гнучка побудова графіків.	Єдине рішення на ринку.

5.16 Трирівнева маркетингова модель товару

Таблиця 5.16

Опис трьох рівнів моделі товару

<i>Рівні товару</i>	<i>Сутність та складові</i>	
I. Товар за задумом	Програмний продукт, для надання послуг: підбір релаксуючої картини для коригування психофізіологічного стану, та інструмент для виявлення впливів на нього.	
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	(%)
	1. Точність підбору	97.6
	Якість: стандарти визначені психологами, параметри тестування тощо	
	Отримання через інтернет, пакування відсутнє.	
III. Товар із підкріпленням	Копія програмного продукту зберігається в хмарному сховищі.	
	Після продажу супроводжується підтримкою та оновленнями.	
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: за рахунок, патентування унікальних алгоритмів та методів.		

5.17 Визначення цінових меж

Таблиця 5.17

Визначення меж встановлення ціни

<i>№ n/n</i>	<i>Рівень цін на товари-замінники</i>	<i>Рівень цін на товари-аналоги</i>	<i>Рівень доходів цільової групи споживачів (за місяць)</i>	<i>Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу (за місяць)</i>
1.	\$20-100	-	\$300-800	\$10-20

5.18 Визначення оптимальної системи збуту

Таблиця 5.18

Формування системи збуту

<i>№ n/n</i>	<i>Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Функції збуту, які має виконувати постачальник товару</i>	<i>Глибина каналу збуту</i>	<i>Оптимальна система збуту</i>
1.	Користувачі не розуміють принципів роботи методів оцінки психофізіологічного стану	Доступність програмного продукту на відповідних інтернет магазинах.	1-2	залучена система збуту

5.19 Розроблення концепції маркетингових комунікацій

Таблиця 5.19

Концепція маркетингових комунікацій

<i>№ n/n</i>	<i>Специфіка поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти</i>	<i>Ключові позиції, обрані для позиціонування</i>	<i>Завдання рекламного повідомлення</i>	<i>Концепція рекламного звернення</i>
1.	Користувачі не розуміють принципів роботи методів оцінки психофізіологічного стану	Соціальні мережі, електронна пошта.	Програмне забезпечення для коригування психофізіологічного стану людини.	Пояснити принцип роботи та ефективність роботи.	Покращення самопочуття після робочого дня.

Висновки

1. Проведено аналіз стартап-проекту, потенційних клієнтів, ринку, з якого видно, що ринок поки вільний від аналогів такого продукту, але має у ньому потребу.
2. Визначено, що входження на ринок повинно бути простим, за умови, що потенційним клієнтам буде простою мовою донесено принципи роботи проекту та його складових.

3. Впровадження стартап-проекту повинно бути швидким та із підключення команди підтримки, щоб захопити ринок та задовольнити користувачів до появи конкуренції на ринку.
4. Стартап-проект є конкурентоспроможним, оскільки, містить в собі розроблені унікальні складові компоненти, методи.
5. Поширення стартап-проекту може бути направлене на всі цільові групи клієнтів одночасно, оскільки, ця група досить широка і це забезпечить швидше займання ринкової ніші.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

1. Проведено огляд дослідження психофізіологічного стану людини на основі кольорової преференції та огляд існуючого методу визначення релаксуючих картин.
2. Описано супроводжуючі проблеми існуючого методу визначення релаксуючих картин та виявлення їх впливів та інших показників на психофізіологічний стан людини, викликані людським фактором та визначено, що вони можуть бути вирішені за допомогою підходів машинного навчання: виділення підгруп за допомогою кластеризації та нейронних мереж.
3. Поставлено завдання розробки методу підбору релаксуючих картин на основі зібраних даних про зимівників під час експедиції включаючи кольорову преференцію.
4. Запропоновано метод підбору релаксуючих картин на основі глибокого машинного навчання та нейронних мереж із використанням функції софтмакс та методу зворотної поширення помилки.
5. Поставлено завдання розробки методу виявлення впливів релаксуючих картин та інших параметрів на психофізіологічний стан людини, включаючи умови гнучкості його роботи із різнорідними даними.
6. Запропоновано метод виявлення впливів релаксуючих картин на психофізіологічний стан людини, який дозволяє наочно побудувати показники до проходження сеансу перегляду релаксуючих картин та після з можливістю динамічно додавати нові параметри та змінювати формат візуалізації. Що дозволяє психологам ефективніше проводити дослідження та знаходити залежності і робити нові припущення.
7. Розроблено програмне забезпечення розробленого методу підбору релаксуючих картин, та розширено реалізацію інструментарію візуалізації згідно із запропонованим методом виявлення впливів на психофізіологічний стан та з урахуванням визначених необхідних

пунктів: вхідні дані та їх структура, типи графіків, проблема пропусків даних, масштабування та усереднення.

8. Інтегровано до існуючого ПЗ для аналізу психофізіологічного стану людини програмну реалізацію методу підбору релаксуючих картин та методу виявлення впливів на психофізіологічний стан людини.

9. Розроблено стартап-проект на основі розробленого ПЗ, включаючи: аналіз ринку, конкурентів, проблеми впровадження, цільову аудиторію, цінову політику та стратегію впровадження та розвитку продукту.

10. Прийнято участь у міжнародній конференції: «Перспективи телекомунікацій – 2020».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Инновационные методы исследований в психофизиологии цветового восприятия: Методическое пособие / С.- А. И. Мадяр, Е. В. Моисеенко Е. Э. Ковалевская / – К., 2015. – с. К.
2. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №7043 від 30.01.2003. Наукова розробка «Біоколор – спосіб корекції психофізіологічного стану людини».
3. Мадяр А.Й. Спосіб корекції психофізіологічного стану людини. / А. Й. Мадяр, О.Е. Ковалевська, В.В. Арбатов, В.Н. Бержанський, М.В. Луцюк, Є. В. Моїсеєнко, В.Б. Павленко, С.В. Чорний // Патент на корисну модель № 28058 від 26 листопада 2007 року.
4. Иттен Иоханнес. Искусство цвета. – М.: Изд. Д. Аронов, 2001. – 96 с.
5. Sebastian Raschka. Python Machine Learning, 2017.
6. В. Ширяев. Исследование операций и численные методы оптимизации 2016.
7. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений.
8. Кравков С.В. Цветовое зрение. – М.: АН СССР, 1951 – 176 с.
9. Джон Д. Келлехер, Брайан Мак-Нейми, Аоифе д'Арси: Основы машинного обучения для аналитического прогнозирования. Алгоритмы, рабочие примеры и тематические исследования.
10. Готовский Ю.В., Вышеславцев А.П., Косарева Л.Б., Перов Ю.Ф., Шрайбман М.М. Цветовая светотерапия. – М.: ИМЕДИС, 2001. – 432 с.
11. Magyar Á. Nemcsics A. Szinpreferencia viszonyok. Budapest. MODUS COLORIS Társadalmi Akadémia, 2011. – 304 p.
12. Мадяр С.-А.Й., Моїсеєнко Є. В., Пишнов Г. Ю. і співавт. /Методика поліхромно-адаптаційної біорегуляції психофізіологічного стану людини (методичні рекомендації) /, МОЗ України, АМН України, Український центр наукової медичної інформації і патентно-ліцензійної роботи: Київ-2006.-32 с.